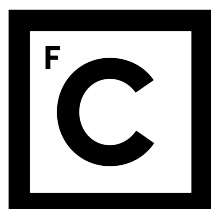


UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



Ciências
ULisboa

AUTORIA DE AMBIENTES VIRTUAIS REALISTAS ATRAVÉS DE IMAGENS PARA TREINO COGNITIVO

Pedro Miguel Silva Ferraz Caldeira

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
Especialização em Engenharia de Software

Dissertação orientada por:
Prof. Doutor Tiago João Vieira Guerreiro e co-orientada
pelo Prof. Doutor Luís Manuel Pinto da Rocha Afonso Carriço

2018

Agradecimentos

O desenvolvimento desta dissertação não teria sido possível sem o apoio constante do meu orientador Prof. Doutor Tiago Guerreiro e co-orientador Prof. Doutor Luís Carriço, que sempre apoiaram, guiaram e incentivaram durante todo o desenvolvimento desta plataforma.

A evolução e avaliação também não teria sido possível sem o apoio das terapeutas Filipa Brito e Andreia Cordeiro, que sempre se mostraram disponíveis para qualquer apoio e avaliação que fosse necessária.

Quero também agradecer ao grande pilar da minha vida, a minha namorada Catarina, que sempre me ajudou e apoiou nos momentos mais difíceis, suportando o meu humor que por vezes não foi o melhor, sempre com uma palavra amiga e com vontade de me ajudar.

Tudo isto não seria possível sem o grande apoio e força dos meus pais, que sempre se esforçaram para me proporcionar tudo o que seria necessário para a minha formação, até por vezes abdicando de muitas coisas.

Por fim quero agradecer aos meus grandes amigos e colegas Gustavo, Rui, Bernardo e Miguel não só pelos grandes momentos que passamos juntos, bem como pelo ajuda quando tudo parecia impossível e difícil, em que estes sempre com a sua boa disposição me apoiaram. Por vezes, abdicavam do seu estudo para me apoiarem nas dificuldades que encontrava ao longo deste Mestrado e por isso agradeço-vos imenso.

Aos meus pais.

Resumo

Os avanços na Medicina e na qualidade de vida da população em países desenvolvidos conduziram a uma maior esperança média de vida. Por outro lado, contribuíram para um aumento concomitante da prevalência de défices cognitivos na população adulta, que em países desenvolvidos é esperado que aumente para o dobro num espaço de 50 anos.

As abordagens não farmacológicas tornaram-se cada vez mais relevantes na intervenção clínica em pacientes com défice cognitivo e estudos recentes sugerem que o treino cognitivo produz um benefício consistente na função cognitiva. Torna-se assim fundamental o desenvolvimento de terapias para estimulação cognitiva, sendo que as principais praticadas atualmente são: terapia musical, terapia de reminiscência, reestruturação cognitiva para cuidadores, terapia de validação e exercício mental. Habitualmente estas técnicas de estimulação e reabilitação cognitiva só são efetuadas a indivíduos com algum tipo de diagnóstico, sendo baseadas em exercícios com os cuidadores ou terapeutas.

As novas tecnologias permitem a criação de ferramentas digitais, que através de exercícios interativos conseguem uma estimulação cognitiva personalizada disponível para todos. Embora muitas aplicações de realidade virtual tenham aparecido nas áreas de entretenimento, educação, treino militar, reabilitação física e medicina, só recentemente foi reconhecido o seu potencial para a reabilitação cognitiva. Os ambientes de realidade virtual 3D surgem como uma ferramenta de estimulação cognitiva que permite a possibilidade de atrair e cativar os pacientes em sessões interativas. No entanto, não existem muitos ambientes virtuais que sejam significativos para os utilizadores, e os que existem têm um custo e tempo de criação muito elevados, tendo de existir equipas dedicadas à criação dos mesmos (ex: visitas virtuais a museus). Sendo assim, existe a necessidade de uma ferramenta que permita a criação destes ambientes por parte de um indivíduo sem conhecimentos técnico de forma ágil e usável.

O intuito desta dissertação foi permitir que indivíduos não técnicos, nomeadamente cuidadores (formais ou informais) possam gerar e partilhar ambientes virtuais 3D, personalizados e enriquecidos com camadas de desafio. De modo a que tudo isto seja possível, foi desenvolvida uma aplicação Android que permite a criação de ambientes virtuais através de várias fotografias 360 e uma plataforma web para a criação e edição de ambientes interativos, onde os utilizadores podem partilhar entre si os vários ambientes virtuais.

Palavras-chave: Demência, Défice Cognitivo Ligeiro, Estimulação cognitiva, Realidade Virtual 3D

Abstract

The evolution of medicine and quality of life of the population have led to a higher average life expectancy. On the other hand, these advancements created a major concern with an ageing population containing a higher prevalence of age-related cognitive function impairment.

Non-pharmacological approaches have become increasingly relevant in clinical intervention in patients with cognitive deficit. Various studies suggested that cognitive training produces a clear consistent benefit in cognitive function. Nowadays exists various therapies that are considered as a treatment for dementia being them: musical therapy, reminiscence therapy, cognitive restructuring for caregivers, validation therapy and mental exercise.

Usually these techniques of stimulation and cognitive rehabilitation are only performed to individuals with some type of diagnosis, and are based on exercises with the help of caregivers or therapist. Being now in the era of technology allow us the creation of digital tools, which through interactive exercises achieve a personalized cognitive stimulation available to everyone.

While many virtual reality applications have appeared in the areas of entertainment, education, military training, physical rehabilitation, and medicine, only recently has been recognized its potential for rehabilitation of human cognitive processes. Virtual reality environments emerge as a tool of cognitive stimulation that allows the possibility of attracting patients in interactive sessions. Therefore, there is a need for a tool that allows the creation of these environments by an individual without technical knowledge.

The aim of this dissertation is to enable non-technical individuals like caregivers (formal or informal) the ability to generate and share 3D virtual environments and customized them with layers of challenge. For this to be possible, will be developed an Android that app takes care of the creation of a virtual environment, guiding the user throughout all the process of taking photographs and finally generating an interactive virtual environment. This environment can now be accessed through the Web app where the user can interact with it, edit and enrich it with a cognitive training layer.

Keywords: Dementia, Mild Cognitive Impairment, Cognitive Stimulation, Cognitive training, 3D Virtual Reality

Conteúdo

Lista de Figuras	xiii
1 Introdução	1
1.1 Motivação	2
1.2 Objetivos	2
1.3 Contribuições	3
1.4 Estrutura do documento	3
2 Trabalho relacionado	5
2.1 Treino e estimulação cognitiva analógica	6
2.1.1 Estimulo da Ordem Conceptual	6
2.1.2 Encontrar os objetos para treino da atenção	6
2.1.3 Scramble de palavras para estimular a linguagem	7
2.1.4 Cartões com imagens para estímulo da memória	7
2.2 Treino e estimulação cognitiva digital	8
2.2.1 CogWeb	8
2.2.2 Rehacom	9
2.2.3 Scrapbook	9
2.2.4 ComCog	10
2.2.5 CogniFit	10
2.2.6 A terapia de reminiscência em Portugal: oportunidades para ferra- mentas de suporte digital	11
2.2.7 Friendsourcing the Unmet Needs of People with Dementia	11
2.3 Treino e estimulação cognitiva com recurso a ambientes virtuais	11
2.3.1 Realidade Virtual versus método Tradicional	11
2.3.2 Navegação de Indivíduos com demência em ambientes virtuais 3D	13
2.3.3 Adaptação dos espaços públicos a pessoas com demência através do feedback dos ambientes virtuais	13
2.3.4 Navegação em ambientes virtuais através do Microsoft Kinect	14
2.3.5 Realidade Virtual gerada através de fotografias	15
2.4 Comparação das várias soluções existentes	16

3	Conceção	17
3.1	Requisitos do Sistema	17
3.1.1	Requisitos funcionais	18
3.1.2	Requisitos não funcionais	18
3.2	Casos de uso	19
3.3	Visão Geral	20
3.4	Wireframes	20
4	Implementação	23
4.1	Arquitetura	23
4.1.1	Plataforma móvel	24
4.1.2	Plataforma Web	24
4.2	Modelo de dados	24
4.2.1	Estrutura de dados	25
4.3	Estrutura Backend	28
4.3.1	Android	28
4.3.2	Webapp Angular	30
4.4	Interface do utilizador	31
4.4.1	Aplicação móvel Android	31
4.4.2	Aplicação Web Angular	32
5	Avaliação	37
5.1	Avaliação preliminar	37
5.2	Apresentação do conceito e ferramenta	38
5.3	Avaliação final com entrevista a psicólogos	38
5.3.1	Objetivos	38
5.3.2	Entrevistas	39
5.4	Discussão	42
6	Conclusão	45
6.1	Limitações	46
6.1.1	Limitações do estudo	46
6.2	Trabalho futuro	46
	Bibliografia	51
A	Guião questionário	53
B	Diagrama de classes	55

Lista de Figuras

2.1	Ordem Conceptual, exemplo pão	6
2.2	Exemplo do exercício de localizar os itens	7
2.3	Exemplo de scramble para estimulação da linguagem.	7
2.4	Cartões com imagens para organizar	8
2.5	Demonstração de comunicação profissional-utilizador	8
2.6	Demonstração da interface Rehacom	9
2.7	Scrapbook aplicação web e aplicação móvel.	10
2.8	Figura a) representa uma residência típica, e b) uma loja de conveniência .	12
2.9	Escala para dor de cabeça durante a interação com a Realidade Virtual . .	13
2.10	Protótipo da realidade virtual e interação com o Microsoft Kinect	14
3.1	Criação de um ambiente virtual num <i>smartphone android</i>	21
3.2	Visualização de um ambiente virtual previamente criado	21
3.3	Edição e enriquecimento de um ambiente virtual	22
4.1	Arquitetura CogVR	23
4.2	Exemplo de uma estrutura em árvore da Cloud Firestore	25
4.3	Diagrama de classes da biblioteca de geração de fotosferas.	29
4.4	Diagrama de classes parcial contendo a classe VrViewActivity	30
4.5	Atividades principais da aplicação móvel	32
4.6	Mural dos ambientes criados pelo utilizador, com opção de editar e eliminar.	33
4.7	Edição dos marcadores de navegação representados pela seta.	33
4.8	Adição de um marcador interativo a uma fotosfera	34
4.9	Modo em que é possível colecionar itens ao longo da navegação.	34
4.10	Visualização 3D imersiva em modo stereo.	35

Capítulo 1

Introdução

A esperança média de vida aumentou rapidamente nos últimos séculos com o aparecimento da revolução industrial. Atualmente temos uma esperança média de vida mais alta e generalizada em todo o mundo, mas, concomitantemente surgiu o problema das doenças degenerativas como a Demência. Segundo o Alzheimer's Disease International a cada 3 segundos surge um novo diagnóstico de demência, existindo hoje cerca de 50 milhões de pessoas diagnosticadas, com um aumento significativo para 75 milhões já em 2030 [15].

Por vezes um indivíduo pode ter perda de algumas capacidades cognitivas de uma forma ligeira numa proporção maior do que é esperado para a sua faixa etária, sendo diagnosticado com Défice Cognitivo Ligeiro (DCL). Os tipos de dificuldades vivenciadas variam de indivíduo, podendo envolver problemas com a memória, linguagem, atenção, processamento de informações e funções do pensamento complexo. Existem dois tipos de défice cognitivo ligeiro, o amnésico e o não-amnésico. No tipo amnésico, a diminuição da memória é o sintoma mais proeminente. Na variante não-amnésica outra capacidade cognitiva, que não a memória, tal como a linguagem ou a atenção, será comprometida. Neste momento não existe tratamento específico para o DCL, e os tratamentos farmacológicos não têm atingido resultados positivos. O treino cognitivo surgiu como uma alternativa viável aos fármacos, obtendo resultados positivos na memória, atenção e humor do indivíduo, e quando associado a uma participação frequente em atividades cerebrais estimulantes, leva a um menor risco de declínio cognitivo [19].

O desenvolvimento rápido da tecnologia tem levado a um aumento do uso da mesma para o auxílio dos profissionais e cuidadores no treino e estimulação cognitiva de indivíduos com DCL, criando desta forma mais possibilidades de: maximizar a independência, melhorar a qualidade de vida e reduzir os sintomas da doença facilitando a interação cuidador-profissional. Um dos grandes desafios no desenvolvimento de tecnologias para DCL é a necessidade da criação de conteúdos personalizados com dados biográficos, sendo que uma solução geral não é ótimo devido as necessidades que variam para cada indivíduo [18].

Até há pouco tempo o desenvolvimento da Realidade Virtual (RV) estava mais focado

no entretenimento e treino militar, mas recentemente tem sido considerada como uma mais-valia para indivíduos com DCL ou demência ligeira, quer seja no treino cognitivo ou mesmo no diagnóstico da doença [25].

1.1 Motivação

A intervenção na cognição consiste num processo de cooperação entre o indivíduo com DCL e os profissionais de saúde, familiares e membros da comunidade mais ampla, tendo por objetivo tratar ou aliviar os défices cognitivos. Consiste então num conjunto de estratégias e de técnicas cognitivas, que visam inicialmente a restauração clínica de funções e, depois, a compensação de funções, com o objetivo de minimizar os distúrbios de atenção, de linguagem, de processamento visual, memória, raciocínio e resolução de problemas, além dos de funções executivas. Vários estudos mostram que é possível retardar ou mesmo evitar a evolução dos défices cognitivos para demência através de práticas de estimulação física, mental e de reabilitação [22].

Com o desenvolvimento de novas tecnologias surge a oportunidade de utilizar novas ferramentas digitais que permitem a criação de exercícios interativos com maior facilidade. Através do aumento do poder computacional nascem as virtualizações 3D de alta fidelidade, que oferecem experiências únicas aos utilizadores. O uso de ambientes de realidade virtual 3D para estimulação cognitiva de indivíduos com demência, é uma das grandes possibilidades de atrair e cativar os pacientes em sessões interativas, e, ao mesmo tempo causar algum desafio pessoal ao paciente, motivando-o durante toda a sessão.

Apesar de atualmente estes sistemas de alta fidelidade 3D serem utilizados em terapias, existe a lacuna de uma ferramenta que possibilite a criação de ambientes 3D com conteúdos biográficos por parte de indivíduos não técnicos de uma forma simples, pouco demorada e que permita o enriquecimento destes com camadas de desafio.

1.2 Objetivos

Os principais objetivos desta dissertação foram perceber como a realidade virtual de alta fidelidade gerada através de fotografias, pode suportar os psicólogos na criação e enriquecimento de ambientes virtuais realistas para utilização em ambiente cognitivo e que tipos de conteúdo interativo poderiam ser úteis para o treino cognitivo. Para que isto fosse possível procedemos à criação de duas aplicações que funcionam como uma plataforma única, sendo elas: uma aplicação móvel android e uma aplicação web funcionando como um ecossistema de geração, edição e gamificação de ambientes virtuais 3D de forma fácil e intuitiva.

Os objetivos para as plataformas foram:

- Permitir a criação ágil e usável de ambientes virtuais realistas e personalizados por pessoas não técnicas, bem como a sua partilha;
- Permitir o enriquecimento destes ambientes com uma camada de gamificação, ou seja, permitir criar objetivos e acrescentar informação ao ambiente;
- Avaliar junto de psicólogos quais os possíveis benefícios desta abordagem, bem como as suas limitações atuais.

1.3 Contribuições

Com o desenvolvimento desta dissertação pretendo contribuir com:

- Nova abordagem de autoria e enriquecimento de ambientes virtuais para treino cognitivo;
- Uma plataforma, com componentes móvel e web, que permite a criação de ambientes virtuais fidedignos através de imagens;
- Efetuar uma avaliação preliminar da aceitação e perceção de utilidade da abordagem proposta e a sua implementação por psicólogos.

1.4 Estrutura do documento

Este documento encontra-se organizado em 6 capítulos. O primeiro capítulo é a introdução, onde é explicada a nossa motivação e objetivos com o desenvolvimento desta solução. No capítulo 2 está inserido todo o trabalho relacionado, em que investigamos as abordagens tradicionais, digitais e de realidade virtual. A conceção, encontra-se no capítulo 3 em que são demonstrados os requerimentos do sistema, obtidos com a ajuda de terapeutas, casos de uso e *Wireframes*. No capítulo seguinte é explicada toda a implementação da plataforma CogVR, desde a arquitetura até à *interface* do utilizador. A avaliação surge no capítulo 5 e aqui é possível encontrar os resultados de entrevistas a terapeutas. Por fim temos o último capítulo referente à conclusão, onde falamos sobre as várias ilações que retiramos ao longo desta jornada, referindo as limitações atuais e o trabalho futuro.

Capítulo 2

Trabalho relacionado

É importante que a descoberta dos défices cognitivos ocorra o mais precocemente possível de modo a aplicar técnicas de exercício cognitivo que diminuam a sua progressão. *Gates et al* sugere que o exercício cognitivo tem prometido melhorias em indivíduos com défice cognitivo ligeiro (DCL).

Existem várias categorias de exercícios cognitivos, mas ainda assim, podemos separar em dois grandes grupos, sendo eles o treino cognitivo e estimulação cognitiva.

O treino cognitivo é usado por psicólogos, neuropsicólogos, terapeutas ocupacionais, psiquiatras e outros especialistas na medicina de reabilitação clínica. Este surge como uma técnica para ajudar a melhorar a capacidade cerebral, quer seja após uma lesão ou quando existe um défice cognitivo incomum para a idade. Os exercícios são usados como uma ferramenta para ajudar a atingir objetivos terapêuticos específicos, tais como o aumento da autoestima, tolerância à frustração e o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas.

A terapia de reabilitação cognitiva difere do treino cognitivo porque se foca no processo de reaprender capacidades cognitivas que foram perdidas ou alteradas. Se as capacidades não puderem ser reaprendidas, então, novas capacidades devem ser ensinadas para permitir ao indivíduo efetuar as suas tarefas diárias. [5]

Uma vez que existe a necessidade de adaptação destes exercícios cognitivos, as intervenções baseadas em computadores tornam-se rapidamente populares pela sua facilidade de adaptação e criação de exercícios personalizados para cada tipo de indivíduo [11]. Deste modo, é possível uma estimulação personalizada e interativa dedicada a cada indivíduo, proporcionando assim uma experiência única.

Existem algumas abordagens de exercícios, separando-se em três grandes tipos, analógica, digital e ambientes virtuais 3D.

Embora a demência não seja necessariamente parte do envelhecimento, esta representa uma das principais causas de incapacidade e dependência entre os idosos em todo o mundo. O uso de computadores para suporte psicológico começou há mais de 25 anos, mas só recentemente começaram a ser introduzidas no domínio da demência para ajudar os pacientes, cuidadores e terapeutas.

A realidade virtual tem sido sugerida recentemente para uso na área da neuropsicologia. O uso destes sistemas oferece a possibilidade de simular cenários imersivos e interativos da vida real para produzir a sensação de "estar lá". A realidade virtual oferece de igual forma a capacidade de realizar testes num ambiente adaptável que pode ser ajustado de acordo com os vários pacientes [10].

2.1 Treino e estimulação cognitiva analógica

2.1.1 Estimulo da Ordem Conceptual

Para o estímulo da ordem conceptual o terapeuta solicita ao paciente que organize imagens numa ordem lógica, começando com o primeiro passo do processo e terminando com o produto final. No exemplo da imagem 2.1, o trigo é transformado em farinha, que é então usado na massa, e finalmente transformado em pão.



Figura 2.1: Ordem Conceptual, exemplo pão

2.1.2 Encontrar os objetos para treino da atenção

Nesta atividade, os pacientes são instruídos a apontar itens especificados numa determinada página. Por exemplo, um paciente pode ser solicitado a encontrar os gatos como na imagem 2.2, o que exige que ele ou ela ignore as outras imagens na página. O paciente é encorajado a demorar o tempo que precisar e olhar com cuidado, independentemente de todos os itens serem ou não encontrados.



Figura 2.2: Exemplo do exercício de localizar os itens

2.1.3 Scramble de palavras para estimular a linguagem

O scramble categórico é um exemplo de uma atividade de linguagem desafiadora. O paciente é solicitado a decodificar uma série de palavras mexidas. Como um desafio adicional, é solicitado a identificar a palavra que não se enquadra na categoria especificada. É possível ver um exemplo na figura 2.3.

2. Furniture

- a. hcair
- b. apm
- c. sfoa
- d. ablte
- e. mlap

3. Seasons

- a. usmemr
- b. affl
- c. iprnsg
- d. inwter
- e. vaylel

Figura 2.3: Exemplo de scramble para estimulação da linguagem.

2.1.4 Cartões com imagens para estímulo da memória

Esta atividade usa um baralho de cartas com conjuntos de imagens correspondentes. Alguns pares são selecionados pelo cuidador, baralhados e virados para baixo. O paciente é então instruído a entregar duas de cada vez e colecionar todas as que sejam iguais. Este deve então lembrar-se da localização das imagens dadas para encontrar os pares rapidamente. Esta atividade pode ser desafiadora, dependendo do número de cartões usados.



Figura 2.4: Cartões com imagens para organizar

2.2 Treino e estimulação cognitiva digital

2.2.1 CogWeb

O sistema digital web CogWeb permite a implementação de exercícios personalizados de treino cognitivo sem que o paciente saia do seu ambiente, apesar de estar sob a supervisão contínua de neuropsicólogos experientes através da internet. Cada exercício pode ser organizado em torno de uma função cognitiva específica, como atenção, funções executivas, memória, linguagem, práxis, gnose e cálculo. A progressão do exercício é automática através de vários níveis de dificuldade que mudam de acordo com o desempenho do paciente e são acompanhadas de mensagens de suporte em tempo real.

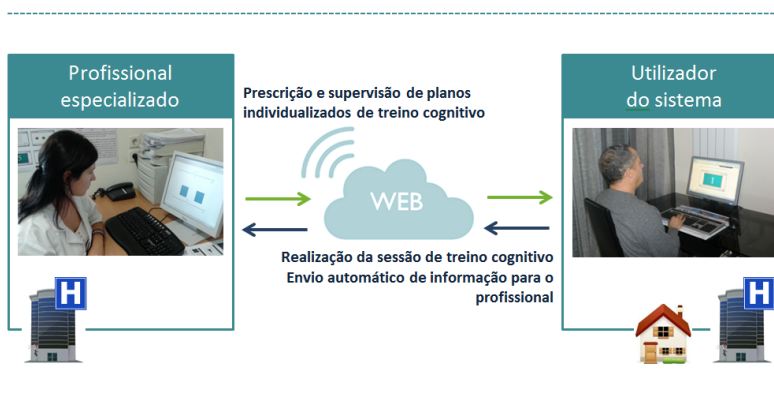


Figura 2.5: Demonstração de comunicação profissional-utilizador

Os diferentes graus de dificuldade são obtidos através da manipulação de alguns recursos, como o número e tipo de itens por nível, a sua complexidade intrínseca ou o intervalo entre estímulos. Todos os exercícios usam estímulos aleatórios e não sequenciais para evitar a memorização e manter a motivação entre as sessões. Há também vários gráficos de progresso que são usados para motivar os pacientes após a revisão pelo profissional responsável.[7]

2.2.2 RehaCom

O RehaCom é um sistema abrangente e sofisticado de software para reabilitação cognitiva assistida por computador, podendo ser utilizada em consulta ou através da internet. Esta ferramenta prática auxilia o terapeuta na reabilitação de distúrbios cognitivos que afetam aspetos específicos da atenção, concentração, memória, percepção, atividades da vida diária e muito mais. Este pode ser usado mesmo num estágio muito agudo de lesão e permanece relevante em todas as etapas de recuperação. Os módulos de reabilitação cognitiva podem ser facilmente selecionados com base numa avaliação cognitiva feita inicialmente ao paciente.



Figura 2.6: Demonstração da interface RehaCom

Durante uma sessão, o paciente começa com um nível mínimo de dificuldade e, posteriormente, o próprio programa ajusta-se e aumenta automaticamente o nível, dependendo das respostas. Em cada uma das seguintes sessões, o paciente continuaria a partir do nível anteriormente alcançado. Os terapeutas podem visualizar os resultados do treino cognitivo durante exercício através do menu de terapeuta, no final do treino cognitivo sessão em que a janela de resultados é aberta automaticamente ou verificar resultados antigos.[8]

2.2.3 Scrapbook

O Scrapbook é uma plataforma que permite, através da introdução de um conjunto inicial reduzido de informação biográfica, efetuar variadas atividades de estimulação cognitiva baseando-se nos dados biográficos do paciente. A resposta a cada conteúdo realimenta o sistema sendo recolhidos automaticamente mais conteúdos relacionados. Permite ainda que uma rede de cuidadores participe com a submissão de conteúdos através de uma aplicação móvel Android fazendo upload de conteúdo biográfico que fica cifrado e que só o cuidador e terapeuta podem aceder. Desta forma o paciente fica mais envolvido durante as sessões, tendo assim uma estimulação cognitiva completamente personalizada e baseada nos seus dados biográficos. [1].

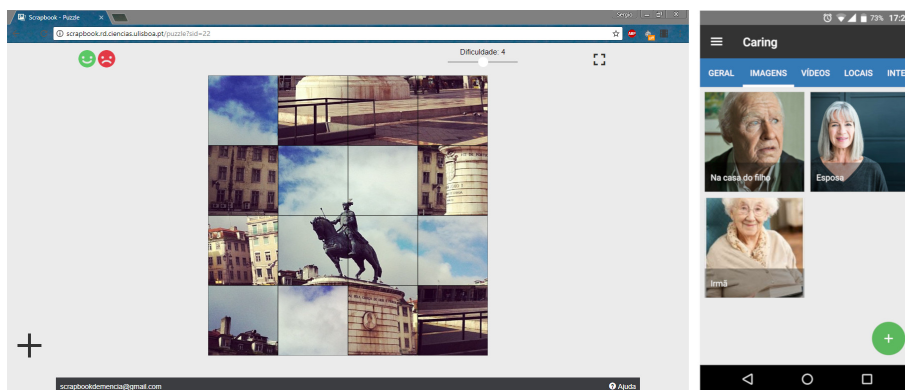


Figura 2.7: Scrapbook aplicação web e aplicação móvel.

2.2.4 ComCog

O ComCog foi desenvolvido com o intuito de reabilitação cognitiva para indivíduos com demência ou outras doenças que reduzam a capacidade cognitiva. A aplicação está construída para dispositivos Android, e foi co-desenvolvida por Médicos, terapeutas e engenheiros de software.

Os pacientes interagem com a aplicação simplesmente pelo toque, sem uso de rato ou teclado, criando assim uma experiência mais imersiva. Este inclui 10 tipos diferentes de exercícios para treino de atenção como, por exemplo, procurar e distinguir diferentes sons de animais. Existem outros exercícios para treino de memória obtendo no total 10 exercícios de estimulação cognitiva. A dificuldade destes jogos é dividida até ao máximo de 16 níveis, e esta é automaticamente ajustada através do tempo médio que o paciente demorou ou pelo resultado do exercício. Os resultados do treino cognitivo podem ser verificados através de indicadores próprios como dados e gráficos.

2.2.5 CogniFit

O CogniFit proporciona um treino cognitivo personalizado e permite estimular, treinar e reabilitar capacidades cognitivas (percepção, atenção, memória, etc.). Foi desenvolvido para indivíduos com capacidades cognitivas diminuídas ou mesmo saudáveis. A dificuldade de cada exercício personalizado é adaptada a cada utilizador e aumenta consoante o resultado obtido. Existem mais de 30 jogos e 18 atividades de estimulação cognitiva que através de uma camada científica multidimensional treinam mais de 20 capacidades cognitivas.

O programa permite um feedback rápido e preciso, criando um sistema completo de resultados interativos e confiáveis. O desempenho do utilizador é persistido automaticamente, permitindo monitorizar o progresso e adaptar a intervenção à sua evolução [3].

2.2.6 A terapia de reminiscência em Portugal: oportunidades para ferramentas de suporte digital

Nesta investigação foi efetuada inicialmente entrevistas a 9 profissionais de saúde e foram efetuados inquéritos online a 536 cuidadores. Esta recolha de informações aconteceu para perceberem as principais dificuldades das partes envolvidas e quais as suas necessidades atuais, identificando assim problemas e potenciais impactos da utilização de ferramentas tecnológicas no seu dia-a-dia. As entrevistas revelaram que existe a necessidade de praticar exercícios de estimulação cognitiva personalizada promovendo a comunicação, e que tal consegue-se maioritariamente através do uso de fotografias. Não existindo uma ferramenta de suporte adequada, além da dificuldade de obter conteúdo útil por parte dos cuidadores, os autores decidiram criar uma ferramenta.

A plataforma desenvolvida permite efetuar reminiscência personalizada, baseada em fotografias e contextualizada com pessoas e locais. O material é recolhido através do perfil de *Facebook* da pessoa com demência e de estimulação do *friendsourcing*, distribuindo assim a carga por toda a rede de amigos e familiares [17].

2.2.7 Friendsourcing the Unmet Needs of People with Dementia

A abordagem dos autores desde artigo tenta melhorar o impacto na qualidade de vida de um indivíduo com demência, fornecendo uma memória auxiliar capturada de duas maneiras.

A primeira acontece automaticamente capturando dados do *smartphone* do indivíduo, enriquecendo-o com dados capturados automaticamente da Web. A segunda maneira acontece através de uma rede social privada (*friendsourcing*) usada para validar e personalizar eventos relevantes na vida do indivíduo com demência. Através desta partilha com uma rede privada de amigos e conhecidos, é possível distribuir a carga e ajudar o cuidador a manter o indivíduo ligado a muitas mais pessoas relevantes na sua vida. Na altura os autores utilizaram o *Facebook* pela conveniência de todos os utilizadores envolvidos.

O objetivo geral desta investigação foi permitir reminiscência, segurança e ajuda cognitiva que está de acordo e atualizada conforme as necessidades do indivíduo com demência [2].

2.3 Treino e estimulação cognitiva com recurso a ambientes virtuais

2.3.1 Realidade Virtual versus método Tradicional

Nesta investigação foram desenvolvidas duas versões, uma versão VR não imersiva e outra não VR utilizando os mesmos cenários, sendo eles a configuração de uma residência

típica e uma loja de conveniência. O teste consistia numa tarefa de 3 minutos, envolvendo movimentos pela sala e memorizar os itens que estavam num bloco de notas. Depois de um período de distração seria pedido para serem retirados do frigorífico os objetos que estavam no bloco de notas, sendo guardado o tempo necessário para finalizar toda a tarefa. No segundo teste os participantes foram convidados a pesquisar uma loja e comprar os itens solicitados, tendo no final de apresentar os itens e interagir com o indivíduo da caixa de pagamento. Em ambos os cenários usaram o joystick ou os botões de direção do teclado para se orientarem dentro da loja virtual, e deste modo escolher os itens corretos.



Figura 2.8: Figura a) representa uma residência típica, e b) uma loja de conveniência

O exercício tradicional feito por terapeutas adotou uma abordagem educacional sendo muito semelhante ao VR, mas com imagens impressas em cores que combinavam com os espaços VR, e assim os participantes aprenderam através de papel e lápis. Após analisar os resultados os autores notaram que o grupo VR apresentava uma maior percentagem de idosos com menor nível de escolaridade, que mesmo assim conseguiram apresentar melhores resultados que o grupo não VR.

Ao comparar os benefícios diferenciais dos dois programas de exercício de memória (VR versus não VR), os resultados sugerem que o programa VR levou a resultados significativamente melhores. As tarefas realizadas com o sistema VR reproduziam um ambiente real, mas este ambiente é gerado computacionalmente e não imita totalmente a realidade, utilizando um ambiente real com fotografias 3D seria mais produtivo pelo facto de os pacientes poderem associar tarefas do seu dia a dia ao sistema virtual. Outro aspeto a melhorar seria o fato de ser possível criar ambientes virtuais mais facilmente de modo a ser possível a sua criação por parte de um terapeuta ou mesmo de um cuidador [16].

2.3.2 Navegação de Indivíduos com demência em ambientes virtuais 3D

A avaliação do sistema de realidade virtual proposto por *Flynn et al* foi efetuada em dois exercícios diferentes com pessoas com demência (PD), em que numa primeira fase verificou-se a adaptação do paciente e posteriormente a realização de algumas tarefas no ambiente 3D semi-imersivo.

As descobertas deste estudo revelaram que PD não obteve nenhum aumento significativo nos sintomas associados à fadiga ou diminuição no bem-estar psicológico e físico como resultado da exposição ao sistema VR. As respostas ao questionário indicaram que, em certa medida, a PWD conseguiu sentir-se presente no ambiente virtual e tiveram pouca dificuldade em navegar pelo ambiente virtual através de um joystick, obtendo um controlo total dos movimentos. Todas as tarefas funcionais foram realizadas com sucesso pela PD, o que sugere que os ambientes VR são meios adequados para avaliar o comportamento e a cognição necessária para o funcionamento do dia-a-dia.

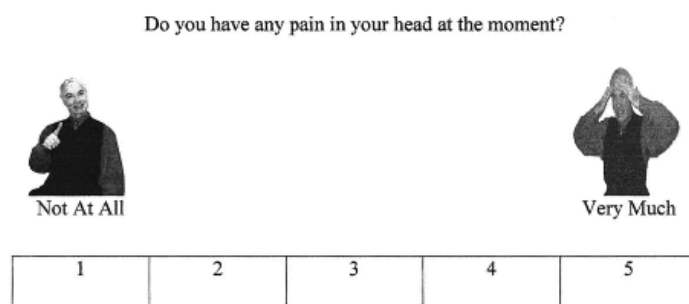


Figura 2.9: Escala para dor de cabeça durante a interação com a Realidade Virtual

Este estudo seguiu uma versão de realidade virtual semi-imersiva em que a navegação seria feita por um joystick, mas o ambiente seria imersivo através de uma sala própria para o efeito, tornando-se uma experiência mais realista, mas mais intrusiva, que por vezes pode causar algum transtorno às PD [9].

2.3.3 Adaptação dos espaços públicos a pessoas com demência através do feedback dos ambientes virtuais

O estudo de *Van Schaik et al* envolveu pessoas com demência (PD) desde fases iniciais até fases moderadas, quando a atividade ao ar livre é normalmente viável e potencialmente benéfica. A Realidade virtual (VR) permite que a PD participe no design de espaços públicos, potencializando a navegabilidade e conforto dos pacientes nestes ambientes. Foram combinadas caminhadas ao ar livre com simulações de caminhadas em ambientes VR. Foi utilizado um ambiente baseado na cidade, no qual os participantes realizaram tarefas. A pesquisa foi conduzida em duas fases. Na Fase 1, caminhadas no mundo real

e VR atravessaram o centro da cidade de Middlesbrough, e numa segunda fase foram aplicadas melhorias com base no feedback dos pacientes.

Foi concluído que os modelos VR, juntamente com um método rigoroso de teste comportamental, podem ser uma ferramenta útil na avaliação de ambientes ao ar livre conseguindo identificar potenciais melhorias. As adaptações ambientais encorajam a atividade cognitiva e, ao fazê-lo, podem ajudar a diminuir a progressão da demência. A adaptação dos espaços públicos a pessoas com défice cognitivo ligeiro ou demência leve a moderada, apesar de ser uma mais-valia pedir a opinião e evoluir os espaços que já existem às pessoas com necessidade, por vezes não será possível preencher a lacuna existente em todos os espaços onde existem pessoas necessitadas.

Por outro lado, seria uma mais-valia utilizar as capacidades dos sistemas VR para a adaptação dos indivíduos à realidade, e assim promover uma maior independência das PD [23].

2.3.4 Navegação em ambientes virtuais através do Microsoft Kinect

No trabalho realizado pelos autores do artigo existiam três ambientes virtuais gerados através de modelação 3D, desenvolvidos através de um processo iterativo com os cuidadores, onde foram utilizados vários protótipos e tiradas notas detalhadas de como proceder. Os protótipos foram desenhados em Unity3D e utilizaram como detetor de gestos o sensor Microsoft Kinect de modo a tornar a interação o mais simples possível, ao invés do tradicional rato e teclado. Foram criados efeitos especiais para capturar a atenção dos utilizadores quando estes efetuavam as tarefas corretamente, o que fez com que estes estivessem mais motivados em efetuar as tarefas.



Figura 2.10: Protótipo da realidade virtual e interação com o Microsoft Kinect

Uma das grandes limitações destes ambientes foi a necessidade de o envolvimento constante dos cuidadores de modo a guiar os utilizadores durante toda a interação, os autores afirmam que numa iteração futura seria necessário a inclusão de um assistente

virtual que os guiasse durante todo o procedimento. Os aspetos positivos desta forma de estimulação cognitiva são a possibilidade da criação de ambientes 3D de locais que já não existem (pré-guerra ou locais inacessíveis). Pelo outro lado não é possível aos criadores criar novos espaços, o que torna muito mais difícil e exige uma equipa dedicada à criação de espaços.

A interação com os utilizadores através do Microsoft Kinect foi moderadamente boa, mas os idosos com demência e com dificuldades motoras ficam privados de usar a plataforma, pelo que seria necessário a utilização de método alternativo mais simples como um joystick ou similar [21].

2.3.5 Realidade Virtual gerada através de fotografias

Neste estudo, os autores concentraram-se na Realidade Virtual imersiva gerada através de uma série de fotografias, que posteriormente utilizaram para Terapia da Reminiscência, com uma configuração que consistia num monitor de grandes dimensões, visualização 3D stereo que incluía POV tracking e, opcionalmente, tracking da mão e/ou dedo. Para avaliar a eficácia e a utilidade do sistema na terapia da reminiscência (RT), os autores realizaram um estudo com idosos saudáveis (idade média 66,84 anos).

Os resultados do estudo mostram que as técnicas baseadas em imagens oferecem grande promessa para RT, e para VR, em geral. O fato de que apenas algumas fotografias casuais serem necessárias para criar uma cena que pode ser usada para VR é uma vantagem muito significativa. O nível de realismo obtido pelas imagens, apesar de alguns artefactos residuais, é pelo menos tão bom quanto um sistema modelado 3D. Um dos grandes aspetos positivos deste estudo foi a facilidade da criação de um sistema VR que apesar de não ser criado automaticamente com uma ferramenta, já tem uma grande facilidade de criação versus um sistema 3D modelado manualmente. Por outro lado, uma realidade virtual imersiva em pacientes com MCI torna-se complicado devido á interação com o sistema através de movimentos das mãos e cabeça, porque por vezes pode levar á desorientação e confusão durante uma sessão, desta forma deveria existir a opção de uma interação mais tradicional, ou seja, através de um joystick ou teclado [4].

2.4 Comparação das várias soluções existentes

Como podemos verificar na tabela 2.1, de entre as várias soluções apresentadas pelos autores, não existe nenhuma solução que esteja a cumprir todos os requisitos. Está em falta então, uma solução que permita utilizadores não técnicos, a possibilidade de criar ambientes virtuais interativos e depois enriquecê-los com uma camada de desafio.

Uma plataforma que contenha todas estas características seria muito útil para os terapeutas efetuarem treino cognitivo funcional, com conteúdo relevante para cada paciente, num ambiente imersivo dando a sensação ao utilizador de "estar lá".

	Baixo Custo	Níveis Treino	Conteúdo Biográfico	Imersivo	Facilidade Criação	Treino Cog. Funcional
Analógicos	X					
CogWeb		X				
Rehacom		X				
Scrapbook	X	X	X		X	
ComCog		X				
CogniFit		X				
Ambientes 3D Unity				X		X
Realidade Virtual Gerada por fotografias				X		

Tabela 2.1: Tabela comparativa das várias soluções

Capítulo 3

Conceção

O nosso grande foco situa-se em indivíduos com défice cognitivo ligeiro e em ajudá-los nas suas tarefas diárias através do treino e estimulação cognitiva funcional, utilizando dados biográficos personalizáveis. Para que isto seja possível, será necessário que a ferramenta CogVR, seja de fácil utilização por indivíduos não técnicos, quer sejam familiares, cuidadores ou terapeutas. Na sua maioria, não possuem conhecimentos técnicos que os permitam criar ambientes virtuais interativos com as ferramentas existentes no momento. Existe então, uma lacuna que vamos tentar preencher através do desenvolvimento desta plataforma, que terá como objetivo uma utilização fácil e intuitiva que guiará o utilizador durante toda a sua interação.

O desenvolvimento desta ferramenta, começou através da colaboração com neuropsicólogas, que a partir de um processo iterativo, permitiram a recolha dos vários requisitos funcionais e de design. Além do apoio por parte de terapeutas, estou inserido numa equipa multidisciplinar com vasta experiência no desenvolvimento de ferramentas de apoio a indivíduos com demência, o que me levou a um desenvolvimento mais objetivo e conciso.

3.1 Requisitos do Sistema

Para verificar os requisitos necessários do sistema, foi efetuada uma pesquisa de trabalho relacionado. Apesar de existirem ferramentas de estimulação baseadas em realidade virtual, estas não permitiam a criação dos ambientes virtuais por parte de indivíduos sem conhecimento técnico.

A plataforma CogVR estará dividida em duas aplicações: uma versão móvel para captação dos ambientes virtuais, e uma versão *web* para a sua visualização e enriquecimento. Apesar de estar dividida a plataforma funcionará como um todo pelo que os seus requisitos serão os mesmos.

Apesar das diferenças das plataformas existentes, vários requisitos de design e funcionalidades são partilhados com CogVR e foram muito úteis no desenvolvimento desta solução.

3.1.1 Requisitos funcionais

- Criar um mecanismo que permita o enriquecimento de um ambiente virtual por indivíduos não técnicos;
- Permitir que a criação de um ambiente seja um processo fácil e pouco demorado;
- Garantir que a informação captada é suficiente para a criação de um ambiente virtual navegável e fidedigno;
- Envolver terapeutas e/ou cuidadores.
- Enriquecimento do ambiente tem de ser possível através de código *HTML*, imagens, e sons.
- Método início de sessão unificado utilizando as redes sociais para um acesso fácil sem formulários;
- Permitir guardar os itens em que utilizador interagiu.
- Sistema tem de suportar vários idiomas (Inglês e Português).

3.1.2 Requisitos não funcionais

Usabilidade A plataforma deve permitir que utilizadores com poucos conhecimentos técnicos sejam capazes de: criar, editar e enriquecer ambientes virtuais.

Segurança O software deve garantir a segurança dos dados, permissões de acesso às suas funcionalidades, cifrar dados sensíveis e bloquear acessos aos menus do sistema de acordo com a hierarquia do utilizador.

Eficiência Deverá ser eficiente de modo a permitir que o seu uso seja possível em dispositivos com menor capacidade de processamento.

Eficiência Toda a navegação na plataforma deve ser efetuada de forma eficiente e sem espera.

Confiabilidade O sistema deve ser capaz de tratar exceções e de recuperar de falha sem que haja perda de dados.

Portabilidade Deve correr em perfeitas condições independentemente do sistema operativo, fabricante e tipo de dispositivo.

3.2 Casos de uso

Os principais *stakeholders* da ferramenta CogVR são os terapeutas, cuidadores e pacientes. O intuito da nossa aplicação, será não só o uso por terapeutas em consulta, mas também por cuidadores em ambiente familiar. Como estes *stakeholders* diferem na forma e local em que usam a aplicação, serão apresentados vários cenários. Inicialmente um caso de uso sem recorrer ao CogVR e recorrendo às plataformas existentes, depois outro de uso em consulta por um terapeuta e por fim o uso por um cuidador em ambiente familiar.

Treino cognitivo funcional sem recorrer ao CogVR

Maria, já reformada, trabalhou grande parte da sua vida como cozinheira numa escola primária em Coruche. O seu marido morreu há cerca de 2 anos e foi obrigada a ir viver com a sua filha Ana, onde posteriormente foi diagnosticada com declínio cognitivo ligeiro.

Antes de os seus défices cognitivos aparecerem, Maria era uma pessoa muito ativa, indo ao supermercado, efetuando a limpeza da sua casa e inclusive ajudando a sua filha em algumas tarefas. Conforme o seu grau de défice avançou, começou a ter dificuldades em sair de casa, tendo receio de não saber efetuar as compras necessárias para o seu quotidiano.

Ana preocupada com a sua mãe, levou-a um terapeuta de modo a efetuar treino cognitivo. Este efetuou uma simulação de uma ida ao supermercado com cartões simulando ingredientes. Apesar de a Maria efetuar os exercícios com sucesso, os mesmos não a proporcionaram confiança para voltar a efetuar as suas compras no supermercado da sua zona, ficando um pouco desiludida com os resultados das suas terapias.

Treino cognitivo funcional com CogVR em consulta

José, ex. condutor de camião de distribuição de bebidas, foi diagnosticado com défice cognitivo ligeiro quando tinha 62 anos. Apesar de ter perdido algumas capacidades, José estava capaz de enfrentar os desafios do seu quotidiano. De modo a que a sua condição não evoluísse, a sua esposa Joana inscreveu-o em terapias de treino cognitivo.

João o seu neuropsicólogo, estava a utilizar nas suas consultas uma nova ferramenta de treino cognitivo através de realidade virtual, o CogVR. Após identificar o nível de défice cognitivo do José, acedeu à plataforma onde já tinha vários ambientes virtuais preparados e colocou José a efetuar desafios. Este, não se demonstrou muito interessado nos ambientes que lhe foram propostos. Para que os exercícios fossem realistas e ajudassem o José a se concentrar, o terapeuta pediu à Joana que criasse um ambiente virtual da sua casa com a aplicação móvel CogVR e que partilhasse com ele.

Na próxima consulta o João já tinha preparado o ambiente virtual da casa do José, com uma camada de desafios que imitavam os problemas que José lidava no seu quotidiano.

Desta vez, José mostrou-se muito mais interessado e dedicado em tentar superar os desafios que o terapeuta tinha criado.

Treino cognitivo funcional com CogVR em ambiente familiar

Alice, esposa de Rui, andava a procura de uma forma que pudesse ajudar o seu marido, que tinha sido recentemente diagnosticado com demência ligeira. O casal não disponha de meios para a deslocação de Rui a um neuropsicólogo para efetuar terapias frequentes. O terapeuta informou Alice sobre uma ferramenta de estimulação cognitiva, o CogVR, que permitia que fossem criados ambientes virtuais fidedignos, enriquecidos com camadas de desafio por pessoas sem conhecimento técnico.

Alice ficou empolgada com esta ferramenta e pediu ajuda aos seus filhos para a ajudarem a criar vários ambientes virtuais da sua residência e arredores. Após a criação destes ambientes e enriquecimento com desafios, Alice ajudava o seu marido diariamente a efetuar exercícios. Rui enfrentava a plataforma como um desafio diário e não como mais um exercício cognitivo típico e repetitivo.

3.3 Visão Geral

Com interações desde o início desta dissertação com uma neuropsicóloga, surgiu o conceito desta plataforma através das necessidades que esta apresentava. Tendo nascido o conceito partiu-se para uma pesquisa de trabalho relacionado, em que foram encontradas várias plataformas de navegação em ambientes virtuais, mas com uma criação muito custosa e sem a capacidade de adicionar conteúdo interativo pós-criação. As várias reuniões com psicólogas, permitiram que existisse menos desvios entre os requisitos recolhidos e a real necessidade da comunidade, permitindo assim um desenvolvimento mais conciso.

O CogVR é uma plataforma inovadora, que permitirá a utilizadores não técnicos (profissionais de saúde ou familiares), criarem ambientes virtuais navegáveis com uma ferramenta comum, um *smartphone*. A aplicação móvel, estará responsável por guiar o utilizador na recolha das várias fotografias, que criarão o ambiente virtual final. Após esta criação, o ambiente será acedido através de um *web browser*, permitirá uma navegação suave e realista, bem como a criação de várias camadas de desafio dentro do mesmo.

3.4 Wireframes

Na figura 3.1, é possível ver um esboço de uma interação simples de um utilizador, que iniciou sessão na aplicação móvel, procedeu a captação das várias fotografias necessárias e concluiu a criação do mesmo esperando pelo processamento necessário.

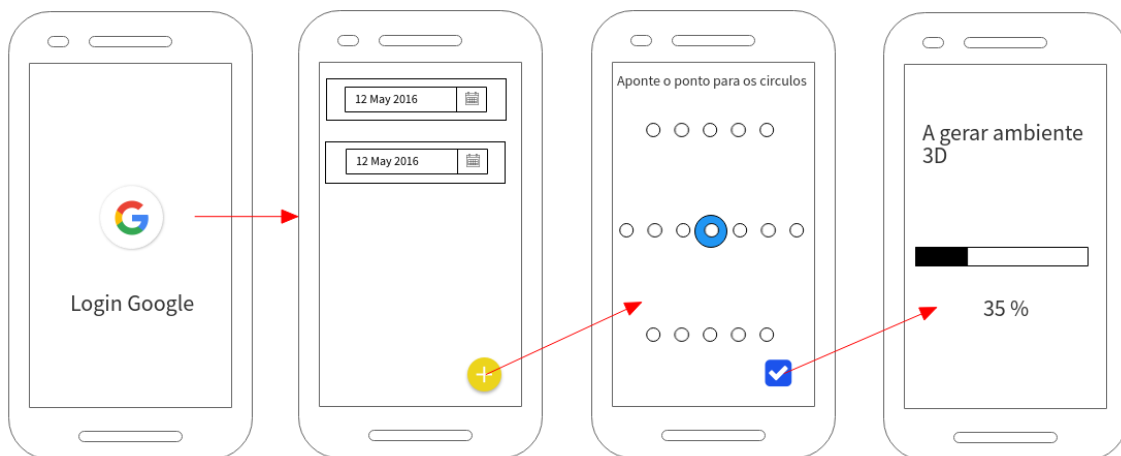


Figura 3.1: Criação de um ambiente virtual num *smartphone android*

Já na figura 3.2, podemos observar um utilizador web a efetuar o início sessão através da sua conta *Google*. Após o início de sessão, é apresentado com os ambientes previamente criados na sua aplicação móvel. Quando selecciona um destes ambientes é possível navegar e interagir através do uso de rato num computador ou o giroscópio num tablet.

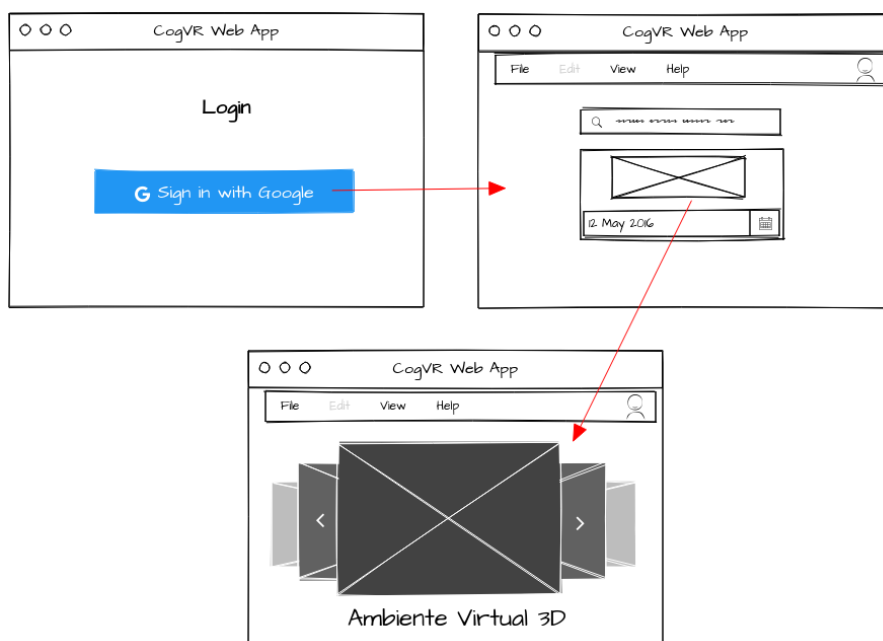


Figura 3.2: Visualização de um ambiente virtual previamente criado

O procedimento de adicionar conteúdo interativo a um ambiente virtual, é demonstrado pela figura 3.3. Neste *wireframe*, é possível verificar na primeira figura o botão que nos permite editar o ambiente. Ao passarmos para o modo de edição, é apresentada uma lista com todas as fotosferas e os metadados do ambiente. Ao seleccionarmos a fotosfera que queremos editar, é carregada outra página, em que temos a possibilidade de verificar os

metadados da esfera, corrigir os marcadores de navegação ou a possibilidade de adicionar marcadores interativos.

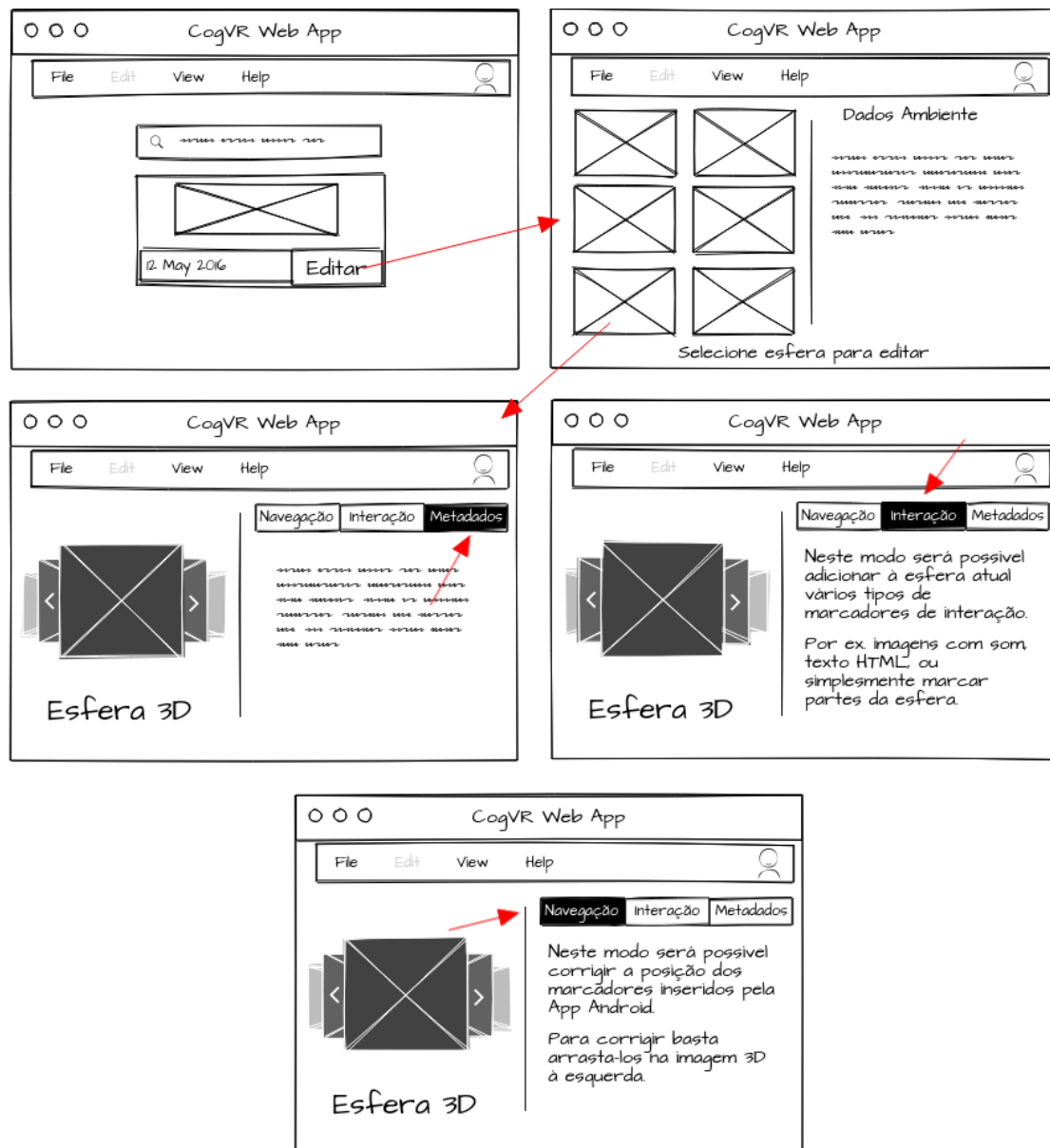


Figura 3.3: Edição e enriquecimento de um ambiente virtual

Capítulo 4

Implementação

O CogVR utiliza duas aplicações, uma aplicação móvel Android e uma aplicação Web. Estas permitem a criação de ambientes virtuais e o seu enriquecimento de forma fácil e intuitiva. Ambas as plataformas foram construídas sob as tecnologias *Google Cloud* no ecossistema *Firebase*, sendo que as linguagens de programação utilizadas foram: *Java*, *TypeScript* e *JavaScript*.

4.1 Arquitetura

Na figura 4.1 podemos observar os seguintes serviços que foram utilizados: Firebase Storage onde são colocadas as fotosferas e outras imagens, Firebase Hosting onde é alojada a WebApp e por fim a Firestore Database, uma base de dados não relacional onde são persistidos todos os dados referentes aos vários ambientes virtuais.

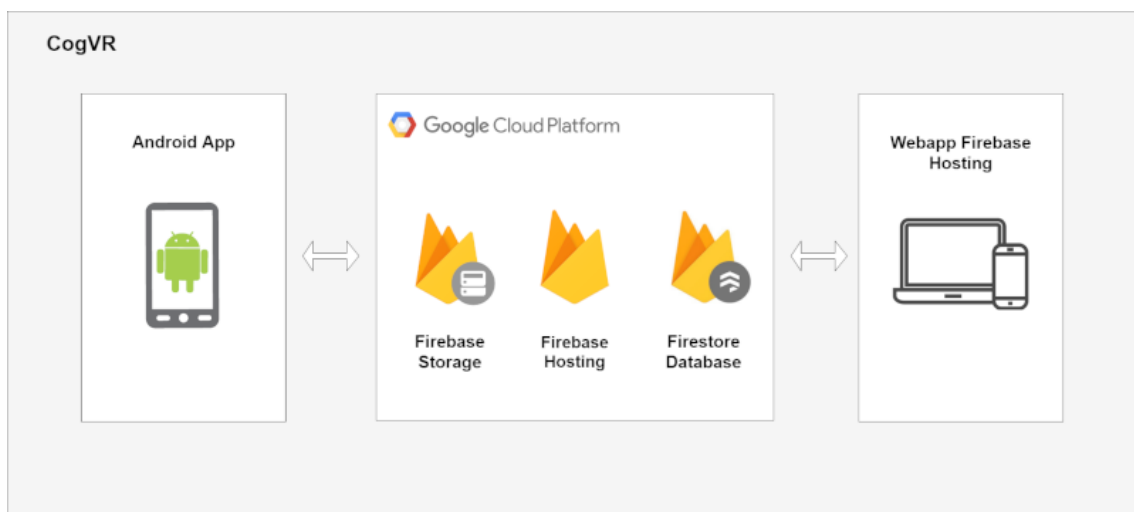


Figura 4.1: Arquitetura CogVR

4.1.1 Plataforma móvel

A plataforma móvel foi desenvolvida para o sistema *Android* e está constituída por dois subprojectos: o *spherelib* e a aplicação principal. A *spherelib* é uma biblioteca de geração de fotoesferas através da cosedura de várias fotografias normais. Esta biblioteca é *open-source* e continha problemas na sua implementação que foram corrigidos e adaptados ao sistema CogVR [13]. A aplicação principal coloca uma *overlay* por cima desta biblioteca que assiste o utilizador na criação de todo o ambiente utilizando bibliotecas do Android VR.

4.1.2 Plataforma Web

A aplicação Web está construída utilizando a plataforma web *Google Angular 6*. Este tipo de plataforma permite que toda a aplicação web seja assíncrona diminuindo o tempo que o utilizador espera pelo conteúdo.

4.2 Modelo de dados

Desde as primeiras iterações do CogVR, decidimos que a melhor escolha cairia sobre uma base de dados não relacional (*NoSQL*). Esta decisão ocorreu porque este tipo de base de dados permite-nos ter um esquema dinâmico para dados não estruturados, permitindo assim criar documentos sem antes definir a sua estrutura, e adicionar campos ao longo do desenvolvimento sem se preocupar com a mesma. Em termos de escalabilidade as bases de dados *NoSQL* são escaláveis horizontalmente ao invés do vertical do SQL. Isto significa que podemos mais facilmente aguentar maior tráfego adicionando mais servidores. Estes benefícios em conjunto com a estrutura de dados necessária para o CogVR ser baseada numa árvore (ambiente virtual contém fotosferas, que por sua vez contém marcadores e estes contêm vários tipos), apontaram para que a decisão cai-se sobre o uso de uma base de dados *NoSQL*, neste caso a *Google Cloud Firestore*. Esta base de dados é a evolução do *Firebase Realtime*, permitindo criar índices e desta forma pesquisas elaboradas com escalonamento automático eficiente.

O modelo de dados *NoSQL* do *Cloud Firestore*, armazena dados em documentos que contêm pares chave-valor. Estes documentos são por sua vez armazenados em coleções, que são contentores de documentos, que por sua vez podem ser utilizados para organizar dados e criar consultas.

Os documentos são compatíveis com vários tipos de dados diferentes, desde *strings* e números a objetos complexos, podendo conter coleções dentro de documentos, seguindo uma estrutura em árvore como podemos ver na figura 4.2. Os dados são sincronizados em tempo real e sempre que são alterados todos os dispositivos recebem a atualização em milissegundos.

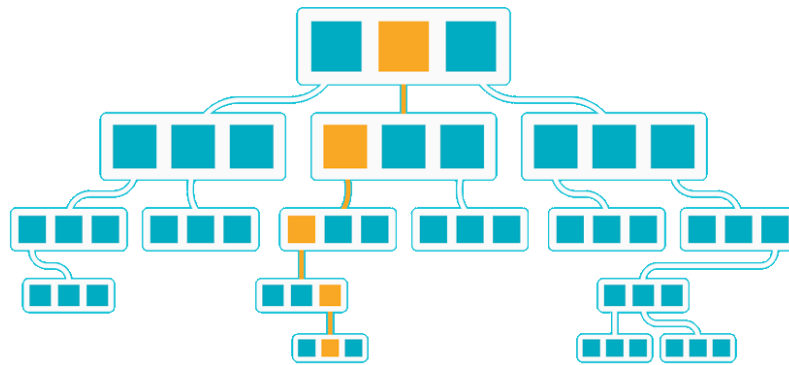


Figura 4.2: Exemplo de uma estrutura em árvore da Cloud Firestore

4.2.1 Estrutura de dados

O CogVR utiliza duas coleções principais **environments** e **users**. A coleção **environments** contém dados sobre os ambientes virtuais com subcoleções para as fotosferas que por sua vez contém subcoleções para marcadores interativos e de navegação. A coleção **users** contém os dados dos utilizadores de ambas as aplicações.

Coleção **environments**

A coleção **environments** contém os documentos que contém os dados de um ambiente virtual e uma subcoleção **Spheres**. O ambiente virtual contém os seguintes dados: *deleted* para marcar como eliminado; *date* a data de criação no formato unix timestamp; *finished* para identificar que ambiente já se encontra processado; *firstSphere* que será a primeira fotosfera a ser mostrada; *vEnvId* o id único em do ambiente de modo a poder identificar o caminho para o próprio ambiente; *thumb* o url da miniatura do ambiente; *name* com o nome do ambiente ; *userId* identificador único do utilizador que criou o ambiente e por fim a subcoleção **Spheres** contendo todas as esferas do ambiente.

Os dados dos documentos que pertencem à coleção **environments** em formato JSON são:

```

1 {
2   "/environments": {
3     "ID1": {
4       "deleted": boolean,
5       "date": number,
6       "finished": boolean,
7       "firstSphere": String,
8       "vEnvId": String,
9       "thumb": String,
10      "name": String,
11      "userId": String,
12      "Spheres" : SubCollection

```

```

13     }
14   }
15 }

```

A subcoleção **Spheres** por sua vez contém dados onde é guardada a informação sobre uma fotosfera, e contém duas subcoleções `interactionMarkers` e `navigationMarkers`. Uma fotosfera contém os seguintes dados: *imageName* uma `String` com o nome da imagem; *thumbName* o nome da imagem miniatura; *firebaseUrl* o url da esfera para a `Firestore`; *sphereID* contendo o identificador único; *date* uma data em formato unix timestamp; *moreThanOneMarker* um booleano que identifica se esta fotosfera contém mais do que um marcador de navegação; *firebaseThumbUrl* o url da miniatura na `Firestore` e por fim duas subcoleções *interactionMarkers* que contém os marcadores interativos e *navigationMarkers* que contém os marcadores de navegação.

Um documento da coleção `Spheres` em JSON é composto por:

```

1 {
2   "/environments/ID1/spheres": {
3     "ID2": {
4       "imageName": String,
5       "thumbName": String,
6       "firebaseUrl": String,
7       "sphereID": String,
8       "date": number,
9       "moreThanOneMarker": boolean,
10      "firebaseThumbUrl": String
11      "interactionMarkers" : SubCollection,
12      "navigationMarkers" : SubCollection
13    }
14  }
15 }

```

Os documentos pertencentes à subcoleção **navigationMarkers** contém a informação necessária para permitir a navegação do utilizador dentro de um ambiente virtual. O documento é composto por: *direction* que identifica se este marcador é utilizado para navegação; *latitude* e *longitude* são as coordenadas esféricas do marcador; *sphereId* o identificador único do marcador; *photoSphereRef* que contém o identificador da próxima esfera; *photoSphereRefUrl* o url do `Firestore` contendo a fotosfera; *markerId* o identificador único do marcador.

Um documento JSON da coleção `navigationMarkers` é composto por:

```

1 {
2   "/environments/ID1/spheres/ID2/navigationMarkers": {
3     "ID3": {
4       "direction": true,
5       "latitude": number,

```

```
6     "sphereId": String,  
7     "longitude": number,  
8     "photoSphereRefUrl": String,  
9     "persisted": true,  
10    "photoSphereRef": String,  
11    "markerId": String  
12  }  
13 }  
14 }
```

A subcoleção **interactionMarkers** possui documentos que contêm a informação sobre os elementos que constituem a overlay de interação. O documento é composto por: *mode* uma string que define se o marcador é do tipo html5, imagem, imagem e som, retângulo ou círculo; *latitude* e *longitude* são as coordenadas esféricas do marcador; *largura* e *altura* contêm o tamanho em pixels do marcador interativo; *radius* que se o marcador for do modo circle contém o raio do círculo; *html5* contém o html do marcador se este for do modo html5; *imgURL* contém um url para a FirebaseStorage com a imagem; *soundURL* contém o url do som para a FirebaseStorage; *name* contém o nome do marcador; *id* o identificador único do marcador; *thumbUrl* contém o url da imagem miniatura para a FirebaseStorage; *markerClickHtml5* contém o html do marcador quando este é clicado para obter informações;

Um documento JSON da coleção *interactionMarkers* é composto por:

```
1 {  
2   "/environments/ID1/spheres/ID2/interactionMarkers": {  
3     "ID3": {  
4       "markerClickHtml5": String,  
5       "thumbUrl": String,  
6       "latitude": number,  
7       "name": String,  
8       "id": String,  
9       "mode": String,  
10      "html5": String,  
11      "largura": number,  
12      "imgURL": String,  
13      "radius": number,  
14      "longitude": number,  
15      "altura": number,  
16      "soundURL": String  
17    }  
18  }  
19 }
```

Coleção users

A outra coleção principal contém documentos que guardam os dados dos utilizadores. O documento desta coleção contém: *email* do utilizador; *displayName* com o nome escolhido para mostrar na aplicação; *uid* o identificador único utilizador google; *username* para login na aplicação e *photoURL* com o link para a foto google do utilizador.

O documento user é representado no seguinte formato JSON:

```
1 {  
2   "/users": {  
3     "ID1": {  
4       "email": String,  
5       "displayName": String,  
6       "uid": String,  
7       "username": String,  
8       "photoURL": String  
9     }  
10  }
```

4.3 Estrutura Backend

4.3.1 Android

O login da aplicação android foi desenvolvido utilizando o SDK do Firebase para autenticação, que nos permite escolher o método de login entre: Google; Facebook; Twitter. Utilizamos o login da Google, que após o início de sessão com sucesso devolve-nos alguns dados do utilizador como: nome; email; foto de perfil; e id Google. Se for a primeira vez que é iniciada sessão, o utilizador é criado na base de dados, senão são verificadas alterações e atualizadas.

A criação de uma fotosfera é efetuada pela biblioteca *Spherelib* que foi extensivamente melhorada de modo a ser possível a sua utilização. Como estamos a desenvolver no Android 8 e a API da câmara foi alterada, tivemos de corrigir a forma como esta é inicializada e a definição dos seus parâmetros. Esta sofreu alterações na captura, de modo a procurar uma resolução de fotografia o mais quadrado possível, obtendo assim o mínimo de sobreposições. Alterando esta resolução, o algoritmo de cosedura teve de ser adaptado para a mesma, mas quando o dispositivo não permite estas resoluções este adapta-se às disponíveis, mas obtendo piores resultados. O algoritmo de cosedura estava desenvolvido para utilizar no máximo 2 *threads* e tinha problemas de sincronização, em que por vezes obtínhamos uma fotosfera com partes negras. Este problema foi resolvido implementando uma sincronização de *threads* funcional, com um aumento das mesmas para o número de núcleos disponíveis no dispositivo. Todas estas alterações foram submetidas depois para o *Github* do projeto *spherelib*. Para procedermos à criação de uma fotosfera, é criada

uma única instância da classe `CameraController` que servirá para a captação de todas as fotografias e configuração dos parâmetros da câmera. Será criada ao mesmo tempo, uma instância única da classe `OrientationManager` que controlará toda a orientação do smartphone.

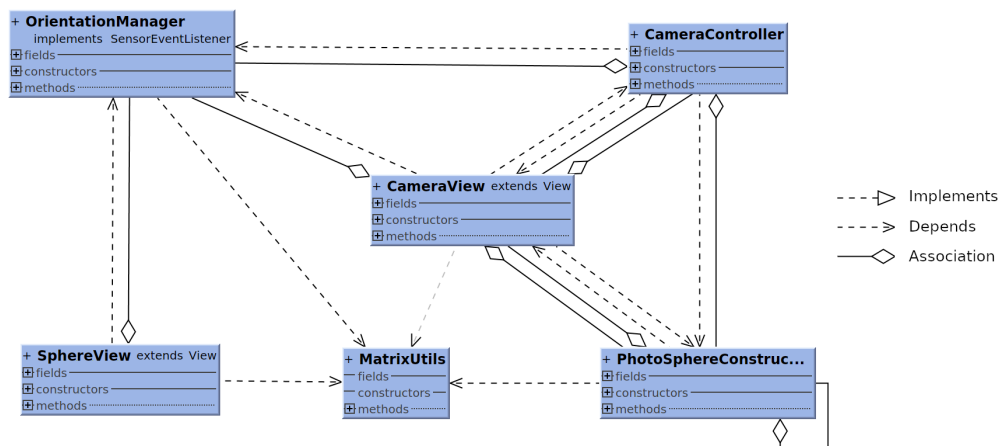


Figura 4.3: Diagrama de classes da biblioteca de geração de fotosferas.

A classe `CameraView` guia o utilizador durante a criação da esfera colocando 12 pontos no equador, 9 pontos no meridiano norte e outros 9 no Sul, um ponto a norte e outro no sul. Utilizando as classes referidas anteriormente, a `CameraView` é capaz de situar o utilizador dentro da esfera virtual e retirar as várias fotografias quando os dados do giroscópio e bússola coincidem com um dos pontos de referência. Após as fotografias serem retiradas e identificadas em cada quadrante a geração da fotosfera é efetuada pela classe `PhotoSphereConstructor`, que utiliza 4 *threads* em que cada escolhe uma fotografia arbitrariamente, desenhando cada pixel no respetivo quadrante com um certo ângulo de modo a criar profundidade. Nas arestas efetua um efeito desvanecedor de modo a não se notar as junções. Para agilizar o processo são calculados os pixéis que ficam ocultos de modo a não perder tempo de processamento. Podemos verificar o diagrama de classes na figura 4.3.

A fotosfera já processada é passada à classe `VrViewActivity` que utiliza a `VrPanoramaView` da Google para tratar do processamento de uma imagem equiretangular para uma esfera virtual navegável. Este tipo de imagem contém um referencial próprio de coordenadas independente a cada esfera como é possível verificar na figura ???. Por cima do *canvas* é criada uma camada que permite adicionar marcadores numa posição latitude e longitude arbitrária. Para obtermos estas coordenadas a cada toque do utilizador é pedida à classe `VrPanoramaView` a posição que se encontra no centro do ecrã. Esta classe é também responsável pela criação de miniaturas da fotosfera e do upload de todo o conteúdo para a *Firebase Storage*.

A comunicação entre todas as atividades é feita através de Singletons criados utilizando

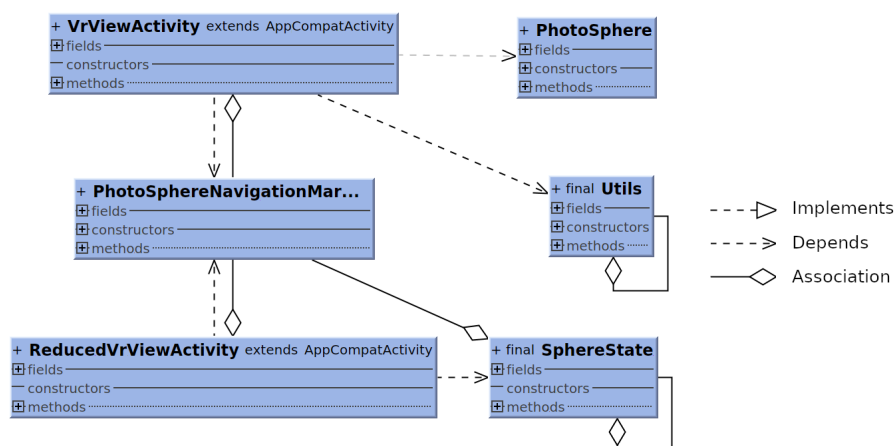


Figura 4.4: Diagrama de classes parcial contendo a classe VrViewActivity

enumerados permitindo assim uma utilização *thread-safe* e serializável.

4.3.2 Webapp Angular

A autenticação Google foi efetuada através do SDK *Firebase* e da biblioteca *AngularFire2* que disponibiliza as funções do *Firebase* de forma nativa no *Angular*. De modo a proteger todos os acessos, foi criado um serviço *AuthGuard*, que através da injeção do *Router* verifica todos os mesmos de acordo com as permissões de cada utilizador. Desta forma para restringir acesso a qualquer página basta adicionar a clausula *[AuthGuard]* a um elemento da constante *appRoutes*.

Todos os componentes da interface do utilizador foram criados utilizando as especificações e bibliotecas da *Google Material* para o *Angular*, e as listas de elementos foram criadas utilizando o princípio *card design*. Para a comunicação com a base de dados *Firestore* foi utilizada a biblioteca *AngularFire2* que permite a sincronização de dados em tempo real utilizando os *observables* da biblioteca *RxJS*.

A visualização das fotoesferas é efetuada utilizando a biblioteca *PhotoSphereViewer* que permite a visualização em *HTML* canvas ou na tecnologia mais eficiente, *WebGL*. O componente *ViewvrComponent* utiliza esta biblioteca e tem a responsabilidade de toda a interação do utilizador com o ambiente virtual. Este componente quando inicializado faz uma chamada ao método *generateFirst360*, que por sua vez carrega a fotoesfera inicial, os seus marcadores e posteriormente as fotosferas adjacentes são colocadas em *cache*.

A navegação dentro do ambiente virtual é cumprida pelos marcadores que foram previamente gerados pela aplicação *Android*. Estes quando selecionados invocam o método *setNextSphere*, que efetua uma transição para a fotosfera seguinte utilizando o mesmo comportamento do método anterior. Além dos marcadores de navegação, existem os interativos que são dinamicamente inseridos pelo método *loadInteractiveMarkers*, que é chamado nos métodos *generateFirst360* e *setNextSphere*.

O enriquecimento e edição das fotosferas são da responsabilidade do componente *EditsphereComponent* e dos seus subcomponentes: *InteractionmarkerComponent*, *NavigationmarkerComponent* e *DataComponent*. Estes interagem com a biblioteca *PhotoSphereViewer* através da sua *API* de gestão de marcadores, de modo a permitir a sua alteração de posição, customização e adição de vários tipos de marcadores interativos.

4.4 Interface do utilizador

O CogVR foi construído sobre as últimas tecnologias existentes quer seja na sua vertente Web ou Android. A aplicação móvel Android passou por processos iterativos de design de modo a proporcionar uma experiência de utilização fácil e intuitiva, para que qualquer indivíduo não técnico consiga criar ambientes virtuais realistas e navegáveis. A sua versão Web permite-nos navegar e editar de ambientes virtuais, foi construída utilizando os últimos padrões de desenho baseando-se no Google Material Design.

Nesta secção irei demonstrar as interfaces de ambas as aplicações, seguindo o processo de criação de um ambiente, a sua edição e adição de conteúdos interativos.

4.4.1 Aplicação móvel Android

A aplicação Android guia o utilizador sobre todo o processo de criação de um ambiente virtual e para começar basta iniciar sessão. Desde a primeira iteração a escolha do método de início de sessão foi a conta Google, com a premissa que, para a utilização de um dispositivo android, pressupõe-se a associação de uma conta Google a um dispositivo, e deste modo todos os utilizadores teriam já uma conta disponível.

Após o início de sessão na aplicação o utilizador tem acesso às ferramentas de criação de ambientes virtuais, gestão dos ambientes já criados e definições de processamento de imagem. Inicialmente a aplicação seleciona de forma automática a melhor resolução de fotografia bem como o tamanho da fotosfera. Em alguns dispositivos podem ser necessários ajustes ligeiros, de modo a criar uma boa fotosfera num tempo de espera razoável, sendo que dispositivos com maior capacidade de processamento permitem-nos aumentar a resolução da fotosfera, ou diminuir para criar ambientes de uma forma mais rápida. Temos também o poder de escolha do tempo de medição da luminosidade e tipo de ambiente (measure delay), sendo que o valor ótimo varia entre fabricantes.

Para procedermos à criação de um ambiente é pedido para inserir o nome, e em seguida avançamos para a fase de captura das várias fotografias. Para capturá-las o utilizador aponta o centro do monitor que contém uma circunferência guia, sobre um dos vários círculos existentes, mantendo o smartphone fixo até que surja a fotografia capturada, repetindo este processo até não existirem mais círculos, como podemos verificar na figura 4.5.

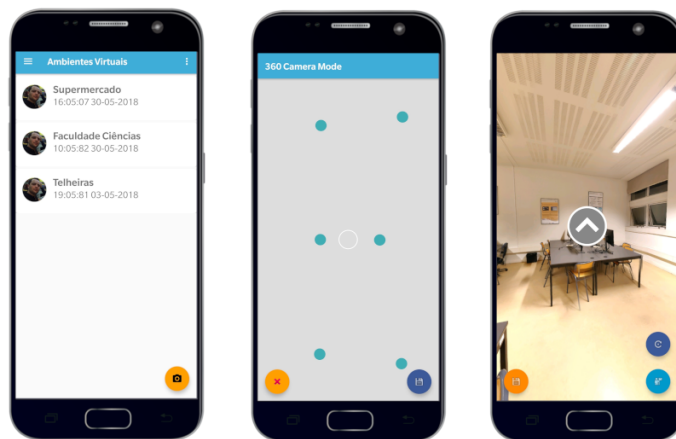


Figura 4.5: Atividades principais da aplicação móvel

Após retirar todas as fotografias necessárias o utilizador clica em gerar, e aguarda até que a aplicação o notifique que a fotosfera finalizou o seu processamento. Quando esta geração acabar é pedido que selecione na esfera o local onde se encontra e para onde se deseja deslocar, retirando uma nova esfera a cada deslocamento efetuado. Este procedimento pode ser repetido as vezes que forem necessárias até que o utilizador decida que o ambiente se encontra concluído.

Podemos resumir a criação de um ambiente virtual nos seguintes pontos:

1. Retirar as várias fotografias necessárias seguindo os círculos;
2. Marcar na fotoesfera gerada onde se encontra e para se desloca;
3. Concluir a geração do ambiente ou repetir os passos anteriores.

Finalizada a geração do ambiente virtual este é persistido na Firestore e automaticamente surge na aplicação Web onde é permitida a sua edição e adição de conteúdos interativos.

4.4.2 Aplicação Web Angular

Após a geração de um ambiente virtual toda a interação com o mesmo é feita pela aplicação web. Após o início de sessão (conta Google) é nos apresentado um mural de ambientes virtuais inspirado no Facebook, onde podemos ver todos os ambientes criados, com a opção de editá-los, de adicionar conteúdo interativo ou mesmo de removê-los.

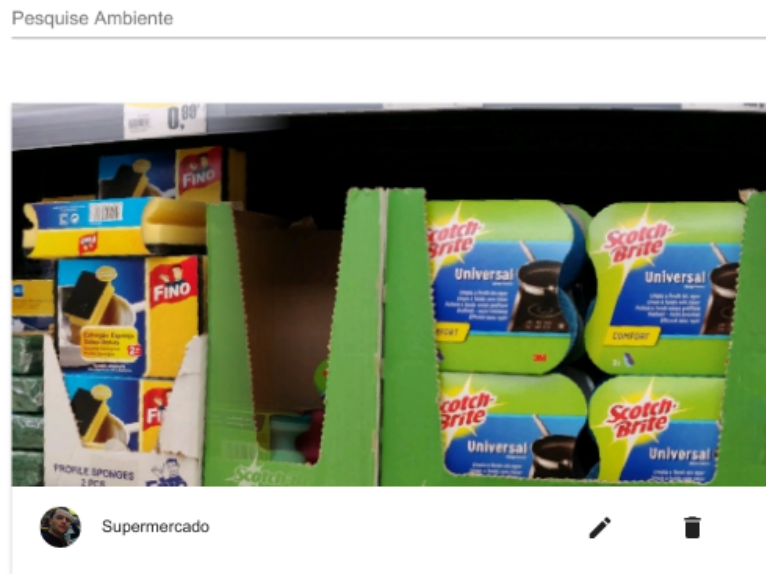


Figura 4.6: Mural dos ambientes criados pelo utilizador, com opção de editar e eliminar.

O design desta aplicação web foi tido em conta para ser utilizado em tablets ou computadores, excluindo os smartphones devido ao tamanho do ecrã. A visualização mais interativa é feita através de um tablet, permitindo uma navegação mais simples e fluida com a possibilidade de uso do giroscópio. A utilização num computador peca pela necessidade de uso do rato, tendo a vantagem do monitor ser tipicamente maior, obtendo assim uma experiência mais imersiva.

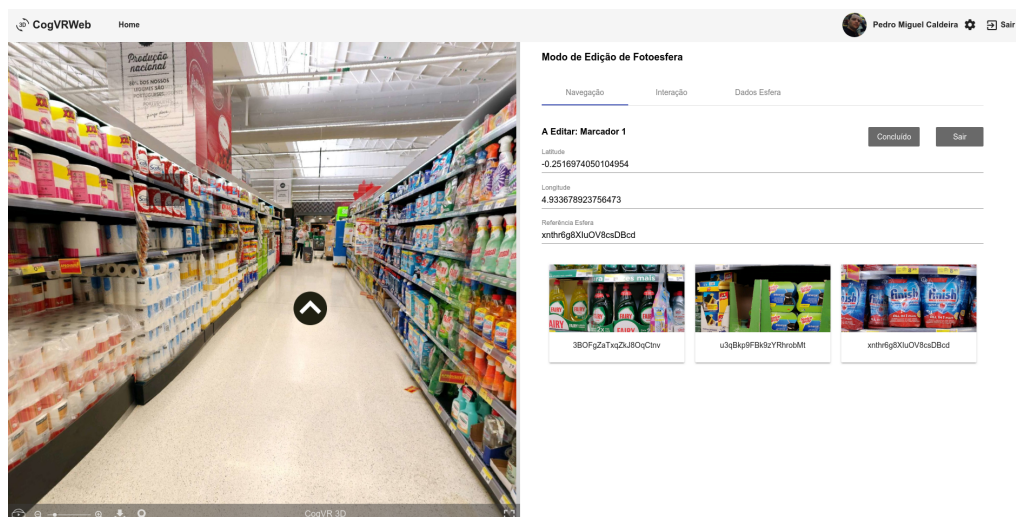


Figura 4.7: Edição dos marcadores de navegação representados pela seta.

Por vezes o utilizador pode cometer erros durante a ligação entre as várias fotosferas e a aplicação web permite que sejam feitas correções *à posteriori* como podemos ver na figura 4.7. Os ambientes podem ser enriquecidos com vários tipos de conteúdo, podendo colocar:

imagens interativas com possibilidade de adicionar som quando o utilizador interage com a mesma; círculos e retângulos transparentes que nos permitem criar interações com alguns elementos da fotosfera; e conteúdo de texto HTML que nos permite guiar o utilizador durante a navegação. Podemos ver a adição de uma imagem a um ambiente virtual na figura 4.8.

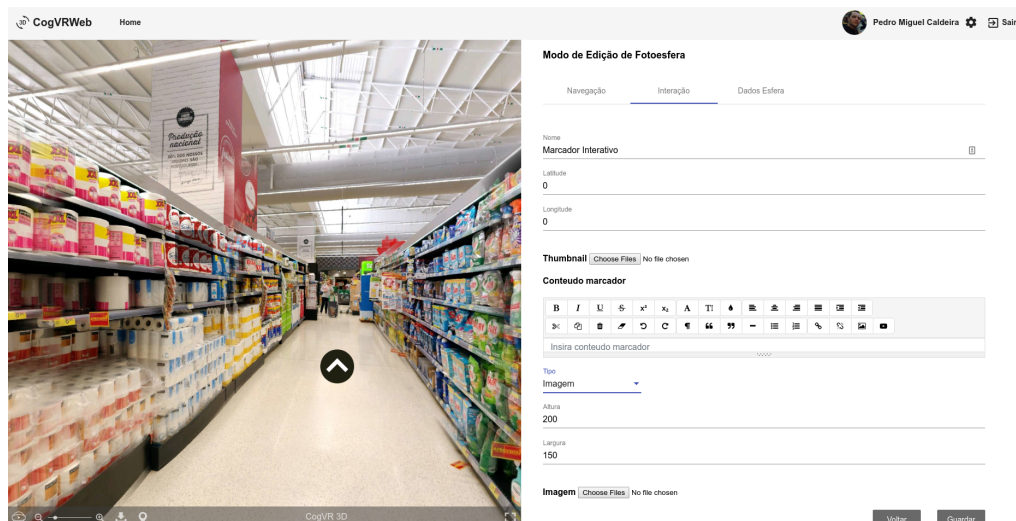


Figura 4.8: Adição de um marcador interativo a uma fotosfera

Para procedermos à visualização 3D seleccionamos um ambiente, e a partir deste momento passamos a poder interagir das seguintes formas: clicar e arrastar para navegar dentro da fotosfera; clicar na seta cinzenta para trocar de fotosfera; clicar nos marcadores personalizados que quando seleccionados mostram informação sobre os mesmos e a possibilidade de os adicionar à lista de itens.

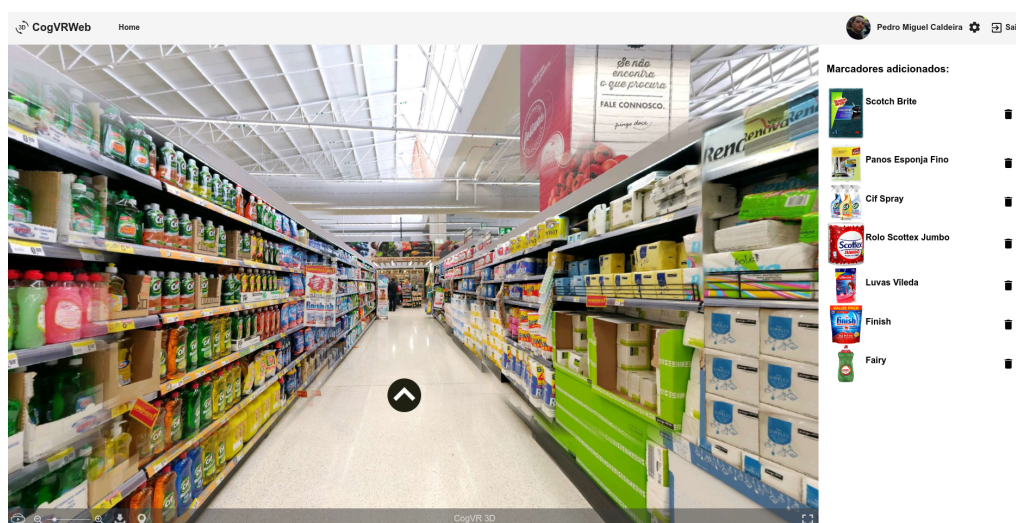


Figura 4.9: Modo em que é possível colecionar itens ao longo da navegação.

Esta aplicação permite-nos alternar entre dois modos: modo de navegação simples em que podemos navegar livremente pelo ambiente; ou modo de seleção de itens que ao clicar em marcadores, estes são adicionados a uma lista (ex. lista de compras), podemos ver este modo na figura 4.9. Este modo de navegação pode ser selecionado nas definições da aplicação e vem por defeito no modo simples.

Na última iteração de desenvolvimento da aplicação web, foi implementado o modo de navegação totalmente imersivo utilizando os óculos *Google Cardboard*. Este modo utiliza uma visualização 3d em modo stereo, dividindo o monitor em duas metades como podemos verificar na figura 4.10.



Figura 4.10: Visualização 3D imersiva em modo stereo.

Capítulo 5

Avaliação

Como qualquer aplicação de apoio a indivíduos com défices cognitivos, a avaliação da plataforma CogVR, foi muito importante no desenvolvimento desta dissertação. Neste capítulo, serão apresentados os resultados que obtivemos através do contacto próximo com terapeutas. A avaliação decorreu como um processo iterativo, desde a fase inicial até a fase de avaliação final. Na fase de recolha dos requerimentos do sistema, existiram várias entrevistas com uma neuropsicóloga e numa fase mais avançada houve uma validação da plataforma por parte de duas psicólogas.

5.1 Avaliação preliminar

Durante a fase inicial de recolha de requisitos, decorreram várias entrevistas com uma neuropsicóloga em pausa da sua atividade profissional, mas a efetuar o seu doutoramento. As ideias iniciais desta plataforma surgiram através desta colaboração que já existia há algum tempo com a nossa equipa dedicada à demência.

Na primeira reunião informal, localizada na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, foi discutida a necessidade de uma ferramenta que permitisse aos terapeutas, a criação de um ambiente virtual com pouco esforço técnico. Foram discutidas as várias hipóteses de criação dos ambientes, bem como a sua validade para uso em consulta. Existiu uma preocupação por parte da psicóloga, em perceber se existia a possibilidade de criar uma camada de gamificação, por cima do ambiente virtual.

Com a finalização do primeiro protótipo da versão móvel, foi marcada uma outra reunião, em que se discutiu a facilidade de utilização e fiabilidade da plataforma. Obtivemos uma opinião positiva, mas contendo alguns aspetos que precisaram de ser refeitos. Sendo eles, uma forma de guiar e ajudar o utilizador durante a captura do ambiente virtual, e a qualidade dos ambientes, visto que estes tinham uma resolução baixa contendo várias aberrações visuais.

Após algumas evoluções e correções, verificamos que seria possível que um indivíduo sem conhecimento prévio da aplicação, conseguisse criar um ambiente virtual com quali-

dade aceitável. O feedback da psicóloga ao longo do desenvolvimento da ferramenta, foi sempre muito positivo e ficamos convencidos que estávamos a seguir o caminho correto.

Existindo uma versão inicial da aplicação *Android* que já produzia ambientes virtuais fidedignos, começamos o desenvolvimento da aplicação web. Este foi também acompanhado e co-desenvolvido com a psicóloga, incluindo reuniões presenciais e não presenciais. Um dos objetivos desta seria ser possível que o utilizador fosse capaz de interagir com o ambiente virtual, por exemplo, navegar num supermercado e colocar itens no carrinho de compras. Seguindo o aconselhamento da psicóloga criamos dois modos de navegação do ambiente virtual: modo simples só de navegação e outro em que seria possível colecionar itens ao longo da navegação.

5.2 Apresentação do conceito e ferramenta

A nossa equipa dedicada ao desenho e desenvolvimento de ferramentas para indivíduos com dificuldades, idosos ou com deficiências situacionais, foi convidada a apresentar a sua investigação no primeiro congresso do Campus Neurológico Sénior (CNS). O CNS dedica-se a encontrar uma abordagem multidisciplinar e especializada para os vários problemas de saúde da comunidade sénior, dedicando-se mais às doenças neurológicas degenerativas.

A ferramenta CogVR foi apresentada neste congresso, onde foi possível obter várias opiniões de neurologistas, enfermeiros e psicólogos. A reação à apresentação do CogVR a este grupo de profissionais foi positiva, e foi possível extrair estávamos a avançar na direção certa. Tivemos inclusive, uma equipa de outra faculdade que estava a desenvolver um projeto na área de realidade virtual, que nos contactou para discutirmos sobre o uso de realidade virtual e que ficou muito interessada na nossa facilidade de criação e enriquecimento de um ambiente virtual.

Conseguimos retirar desta apresentação que o conceito da plataforma é de facto válido, mas que existem vários aspetos que têm de ser tidos em conta, como: cansaço do paciente; enjoos; dificuldade em interagir com tecnologia; fiabilidade do ambiente gerado por imagens e facilidade de criação por parte de terapeutas. Apesar de já termos tido em conta alguns destes aspetos no desenvolvimento da aplicação, foi-nos possível confirmar os que já tínhamos endereçado, bem como adicionar novas preocupações técnicas e funcionas aos nossos requisitos.

5.3 Avaliação final com entrevista a psicólogos

5.3.1 Objetivos

A avaliação desta plataforma é muito importante na sua validação como uma ferramenta válida para apoio a indivíduos com défices cognitivos. Para isso, contactamos dois psicólogos, um deles esteve envolvido durante todo o processo de desenvolvimento do

CogVR e o outro só tinha a noção teórica da ferramenta. O intuito foi combinar com ambos uma entrevista, com um guião preparado, em que iremos tentar responder as seguintes perguntas de investigação:

- Que ambientes e tarefas querem os terapeutas?
- Conseguimos colocar a autoria destes ambientes nas mãos de indivíduos não técnicos?
- A ferramenta CogVR é viável para efetuar treino cognitivo funcional?

Será de igual modo muito importante, validar se a experiência do utilizador ao usufruir da plataforma é positiva. Isto porque nos preocupamo não só em criar uma ferramenta funcional, mas, ao mesmo tempo, uma boa experiência de utilização.

5.3.2 Entrevistas

As entrevistas foram efetuadas a duas psicólogas que já tinham colaborado anteriormente com a nossa equipa. Será descrito nas próximas subsecções como foram efetuadas as entrevistas, bem como os seus resultados.

Psicóloga 1

Esta entrevista decorreu na Liga dos Amigos da Terceira Idade, localizada no Centro Comunitário do Bocage. A psicóloga já conhecia o conceito da ferramenta CogVR por ter estado presente no congresso onde este foi apresentado. Apesar disto, esta nunca tinha interagido com nenhum protótipo, pelo que a sua opinião foi muito útil para esta avaliação.

Inicialmente foram efetuadas várias perguntas sobre as suas práticas, focando-se nas atividades de estimulação cognitiva. A psicóloga afirmou que efetuava técnicas de estimulação cognitiva, mas não efetuava treino cognitivo funcional. Uma das grandes limitações das suas consultas, era a quantidade de pacientes por número de terapeutas, o que obrigava à execução de terapias de grupo. Quando questionada sobre a utilização de ferramentas de realidade virtual, esta respondeu que por vezes utilizava *Google Maps street view*, para a estimulação dos pacientes com conteúdo biográfico 3D.

Posteriormente foi descrito verbalmente o intuito da plataforma, o *hardware* necessário, como criar um ambiente, como navegar e por fim editar. A psicóloga estava muito interessada quando percebeu que iríamos criar um ambiente virtual navegável do seu consultório. Procedemos ao início da criação do ambiente virtual, onde inicialmente foi mostrado como proceder à captura das várias fotografias e como organizá-las de modo a criar um ambiente navegável. Posteriormente foi dado o *smartphone* à psicóloga para esta proceder a criação de um ambiente virtual sem ajuda técnica. Surgiu então alguma confusão no método de captação das várias fotografias, que com alguma explicação verbal

foi melhorando. Após concluir a criação, esta afirmou que *"Bastava-me estar a brincar com a aplicação por algum tempo, que tudo isto ficava muito fácil"*

Após a criação do ambiente, seguiu-se a explicação de como aceder ao website e visualizar o ambiente que tínhamos acabado de criar. Após uma simples explicação, a psicóloga navegou muito facilmente pelo ambiente virtual, referindo que a navegação era fácil e parecida ao do *Google Maps street view*.

Enquanto a mesma utilizava a plataforma web, questionei-a sobre que usos teria esta ferramenta nas suas consultas habituais. Esta referiu que *"Esta plataforma seria bastante útil, já tive um caso de uma paciente, que fui à sua antiga residência com os seus familiares captar fotografias de toda a casa, para posteriormente poder estimulá-la em consulta porque esta paciente adorava falar da sua casa. Esta ferramenta seria perfeita neste caso."*

Só após ter questionado sobre o uso da plataforma, é que procedi à explicação de que seria possível enriquecer o ambiente virtual com conteúdo interativo (imagens, sons e texto). A psicóloga ficou ainda mais empolgada com a plataforma e procedemos ao enriquecimento do ambiente que tínhamos criado anteriormente. Sendo o processo de enriquecimento feito numa plataforma web, esta facilmente percebeu como adicionar conteúdo interativo e rapidamente dominou o domínio, sem apresentar dificuldades técnicas na sua edição e enriquecimento.

Posteriormente questionei sobre a utilidade e facilidade de utilização da plataforma como um todo, em que esta afirmou *"A criação dos ambientes utilizando o smartphone inicialmente é um pouco complicada e confusa, por vezes perdemos a noção para onde devemos apontar a câmara, mas nada que com treino não se supere. A visualização dos ambientes é fácil, mas colocar os pacientes mais idosos a navegar utilizando o rato ou tablet será complicado, porque a maiores destes na sua geração interagiram muito pouco com tecnologia."* A psicóloga ficou interessada em utilizar a plataforma no futuro, inclusive pediu se podia ter acesso à mesma, ficando apenas desiludida porque neste momento só está disponível em *smartphones Android* e a esta só tinha me sua posse um *Iphone*.

No final da entrevista a psicologia demonstrou interesse na plataforma, questionando se existiriam edições futuras melhoradas porque estava interessada em participar num estudo futuro.

Psicóloga 2

A segunda entrevista foi efetuada à psicóloga que deu suporte ao longo de todo o desenvolvimento da aplicação e localizou-se na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Como a psicóloga já conhecia o conceito da ferramenta e os seus protótipos iniciais, a entrevista foi importante para validar se os antigos problemas já tinham sido resolvidos.

O início da entrevista começou por questionar se são realizadas atividades de estimulação cognitiva, em que esta respondeu que neste momento não se encontrava a efetuar terapias,

por estar a efetuar doutoramento, mas que quando efetuava eram realizadas terapias de treino computadorizado, utilizando o programa *Rehacom*, por outro lado, com pacientes em estados mais debilitados optava pela criação de ferramentas manuais. Quando questionada sobre o uso da tecnologia VR, por exemplo *Google Maps Street View*, esta afirmou que nunca tinha utilizado, mas que tinha conhecimento do uso por parte de algumas colegas.

Posteriormente foi efetuada uma apresentação da plataforma no seu estado final, em que a psicóloga ficou empolgada pela sua evolução desde a fase inicial. Após a apresentação, procedemos ao uso da aplicação móvel para a criação de um ambiente virtual dos corredores da faculdade. Inicialmente foi demonstrado por nós como proceder à captação das várias fotografias de modo a criar o ambiente virtual. Após a demonstração, a criação do ambiente foi efetuada pela psicóloga e a sua opinião sobre a captação do ambiente foi: *Não sendo a primeira vez que utilizo uma aplicação para geração de fotoesferas, não achei complicado, mas pensando na minha experiência com uma aplicação deste género, acho que é muito intuitivo porque de facto é só seguir os pontos. A parte de ter de marcar de onde eu vim, para onde quero ir faz todo o sentido, acho é que com pessoas menos familiarizadas com tecnologia isto pode causar algum transtorno. Por outro lado, esta aplicação será utilizada por terapeutas ou cuidadores, que terão mais facilidade de uso da aplicação, ao contrário de pessoas com demência ou com alguma deterioração cognitiva.*

Após a criação do ambiente virtual, foi explicado todo o conceito e a forma de utilização da plataforma *web*. Começamos pela visualização do ambiente criado anteriormente, em que a psicóloga achou a sua navegação fácil, mas na sua opinião deveria ter um método de navegação alternativo, como, por exemplo um *joystick*. Depois de testarmos a visualização dos ambientes 3D, passámos à fase de edição e adição de conteúdo interativo. Na parte de edição da plataforma começamos pela alteração e correção dos marcadores adicionados pela aplicação android. A opinião da psicóloga foi geralmente positiva, em que facilmente percebeu como corrigir os marcadores e como alterar as ligações de uma fotoesfera para a outra.

Para a adição de conteúdo interativo foi efetuada uma pequena explicação e posteriormente foi colocada a psicóloga a interagir com a plataforma. Esta conseguiu facilmente adicionar conteúdo interativo como: imagens, texto *HTML* e sons. Surgiu uma ligeira dificuldade na colocação dos itens na posição correta, bem como a definir o tamanho desejado. Esta afirmou que grande parte das dificuldades advinham da falta de prática na utilização da plataforma. Foi instruído que seria possível que estes itens criados, quando clicados pelo utilizador, fossem adicionados a uma lista de itens (por exemplo, uma lista de supermercado). Surgiram várias dúvidas por parte da mesma, em que confundia a forma de criar itens clicáveis, mas após alguma explicação percebeu facilmente como criá-los e usá-los.

No final questionamos a psicóloga se a plataforma seria útil e fácil de utilizar nas terapias em que esta respondeu: *Sim acho que esta plataforma tem tudo para que a sua*

evolução tenda a uma plataforma de ajuda a pessoas com défice cognitivo. Acho que existe ainda muitas lacunas no seu funcionamento que teriam de ser resolvidas, mas está a caminhar no bom sentido. Gostei da facilidade de criar os ambientes, mas se fosse possível eliminar a parte em que temos de dizer de onde viemos e para onde vamos, tudo ficaria mais fácil, apesar de com treino chegamos lá facilmente. A correção dos marcadores está com uma utilização fácil, já a adição de conteúdo interativo está um pouco confusa porque temos dois títulos independentes que por vezes confundem. O ajuste da dimensão de localização dos marcadores interativos também é um pouco difícil.

Acho que estão a caminhar na direção certa e não deviam desistir da evolução desta plataforma, que tem muito potencial na criação de ambientes, quer seja para pessoas com défice cognitivo, com medo de sair fora do seu ambiente local ou simplesmente a partilha de ambientes virtuais.

5.4 Discussão

Ao efetuarmos estas duas entrevistas individuais, foi-nos possível recolher várias informações importantes para a discussão desta plataforma. Nesta secção irei descrever todas as opiniões e reações de ambas as psicólogas ao conceito da plataforma CogVR.

A primeira entrevista efetuada com uma psicóloga que não conhecia a aplicação, foi muito importante para tirarmos ilações sobre a facilidade de uso da plataforma, bem como a aprovação do conceito CogVR. Foi-nos possível verificar que o conceito da plataforma foi muito aceite pela terapeuta, perguntando no final se podia usufruir da mesma. Quanto à utilização da plataforma surgiram alguns problemas no uso da aplicação móvel para a criação das fotosferas, surgindo uma ligeira confusão de como se situar para retirar fotografias fidedignas. Já na fase em que é necessário apontar de onde viemos para onde vamos a terapeuta ficava um pouco baralhada, tendo que parar e pensar de modo a colocar no sítio correto. Com esta experiência aprendemos que seria necessária uma ajuda melhor por parte da aplicação na captação das várias fotografias, e se possível a eliminação do passo em que temos de dizer de onde viemos, retirando assim o elemento principal de confusão. A avaliação da versão *web* foi muito positiva, a terapeuta conseguiu efetuar as operações que eram pedidas por nós com muito pouca dificuldade ou mesmo nenhuma. Houve alguma confusão na adição dos marcadores interativos porque estes continham vários campos de formulário sendo alguns ambíguos para a terapeuta. Na navegação dos ambientes virtuais não surgiram problemas e a mesma achou fácil e intuitivo. A avaliação da plataforma nesta primeira entrevista foi maioritariamente positiva, surgindo poucos problemas em termos de interação com a plataforma. Foram identificados vários pontos que podem ser corrigidos e evoluídos, pelo que esta entrevista inicial nos foi muito útil. Foi possível obter uma confirmação por parte da psicóloga que o conceito da plataforma CogVR é válido, e que a sua utilização em consulta para treino cognitivo seria útil e que

uma futura iteração desta plataforma promete bons resultados.

A psicóloga que nos acompanhou no desenvolvimento da ferramenta CogVR foi a mesma que efetuamos a segunda entrevista. Apesar de esta conhecer as versões anteriores da ferramenta, só esteve presente no desenvolvimento da aplicação móvel devido a estar ausente no período de desenvolvimento da aplicação *web* que ocorreu mais tarde. Quando confrontada com a evolução do conceito CogVR desde a sua última interação com os protótipos, esta ficou muito empolgada com as novidades e forma de uso da plataforma. Na aplicação móvel obtivemos uma opinião positiva quanto à quantidade de funcionalidades disponíveis, obtendo algumas críticas na captação de fotografias, nomeadamente no facto de termos de seleccionar de onde vínhamos na interligação das fotosferas. A avaliação da plataforma *web* obteve bons resultados, tendo a psicóloga conseguido efetuar uma navegação dos ambientes sem ajuda. Já na parte de edição de fotosferas foi necessária alguma explicação, mas que, após algum uso superou facilmente os problemas. A maior dificuldade surgiu na adição de conteúdo interativo, surgindo alguma confusão com a quantidade de campos do formulário que aumenta conforme o tipo do conteúdo. Obtivemos uma opinião geralmente positiva, com ênfase em não desistirmos do conceito e da evolução da ferramenta.

Estas duas entrevistas foram muito importantes na avaliação e validação da ferramenta CogVR. Conseguimos identificar problemas que foram comuns em ambas, alguns deles com uma correção simples, outros em que seria necessário refazer parte da implementação. Obtivemos opiniões positivas quanto ao *design* e facilidade de uso da interface, tendo apenas de reduzir o número de campos dos formulários e criar um mecanismo de ajuda à criação das fotosferas. Será necessário de igual forma uma melhoria da qualidade das fotosferas, bem com uma diminuição do tempo de processamento das mesmas, isto porque em *smartphones* mais antigos a qualidade diminui e o tempo de processamento está diretamente ligado ao número de núcleos do processador. Alguns dos problemas encontrados por ambas as terapeutas também surgiram pela falta de uso de tecnologias similares, podendo obter outros resultados com terapeutas com maior uso de ferramentas tecnológicas. Foi-nos possível obter a confirmação que estamos a evoluir no sentido correto, apesar de termos uma amostra de entrevistas um pouco reduzida.

Capítulo 6

Conclusão

Durante o desenvolvimento desta dissertação, houve a preocupação de aprofundar o comportamento dos indivíduos que padecem do diagnóstico de défice cognitivo ligeiro quando confrontados com a tecnologia de realidade virtual. Através da consulta dos vários trabalhos semelhantes na comunidade científica, em conjunto com uma recolha de requisitos minuciosa, verificamos que o conceito da plataforma CogVR seria útil não só para os terapeutas, cuidadores ou mesmo indivíduos que desejassem efetuar uma partilha de ambientes virtuais 3D interativos gerados através de fotografias.

Ao analisarmos as ferramentas existentes, constatamos que nenhuma permitia a criação de ambientes virtuais por indivíduos não técnicos e mesmo as que permitiam a sua criação por técnicos, a sua elaboração era demorada e difícil. Dentro das ferramentas analisadas as que consideramos mais eficientes, utilizavam fotografias para a geração dos ambientes virtuais 3D. Mas estas necessitavam que após a captação das mesmas existisse um processamento manual, organizando as fotosferas uma por uma. Apesar destas já obterem um desenvolvimento mais rápido do que as modelizadas, não permitiam que fosse adicionado conteúdo interativo ao ambiente virtual.

Com a lacuna existente nas ferramentas existentes podemos observar os problemas que plataforma CogVR pretende resolver, sendo eles: criação de ambientes virtuais fidedignos por indivíduos não técnicos utilizando *hardware* comum (*smartphone Android*); navegação fácil e intuitiva utilizando rato, tablet e navegação imersiva utilizando o *Google Cardboard*; e por fim o enriquecimento dos ambientes com conteúdo interativo de forma fácil e interativa.

Como resultado desta dissertação temos a prova que é possível a implementação do conceito CogVR, tendo sido validado ao longo do seu desenvolvimento por psicólogas experientes, obtendo um *feedback* maioritariamente positivo nas suas entrevistas finais. Nas próximas secções será possível verificar as limitações atuais e o trabalho futuro.

6.1 Limitações

Sendo a plataforma CogVR baseada num conceito muito pouco explorado, não existiam bibliotecas com capacidades de suportar todos os nossos requisitos. O desenvolvimento desta plataforma passou pelo uso de bibliotecas que sofreram várias alterações, de modo a ser possível provar que o conceito era passível de implementar. A captação das fotosferas utilizou uma biblioteca *opensource* desenvolvida em 2015 num projeto de verão da *Facebook U*. Este estava desenvolvido para versões anteriores do *Android* e teve de sofrer várias alterações e melhorias. Estas alterações começaram pela adaptação às novas câmaras, alteração do algoritmo de cosedura e sincronização das *threads*. Apesar do grande esforço da nossa parte, a nossa melhor versão já é capaz de retirar fotosferas fidedignas quando as condições de luz são propícias, mas quando temos discrepâncias de luminosidade e cor, é possível observar aberrações visuais nas fotosferas. Temos outra limitação ao ligar as várias fotosferas, em que é necessário selecionar de onde viemos e para onde vamos. Isto poderia ser resolvido utilizando a combinar os dados de aceleração linear, vetor de rotação, gravidade e giroscópio de modo a traçar um mapa virtual, perdendo assim a necessidade de o utilizador estar constantemente a selecionar onde se encontra. A adição de conteúdo interativo tem de ser melhorada de modo a permitir mais tipo de conteúdos e interação. Em termos de interface do utilizador existiram algumas críticas ligeiras em que podíamos otimizar os campos de vários formulários e alguns botões.

6.1.1 Limitações do estudo

O desenvolvimento de uma ferramenta para geração de ambientes virtuais fidedignos de forma automatizada, foi um processo complicado que fez com que todo o planeamento atrasasse. Inicialmente estava definido existirem duas avaliações finais. Na primeira avaliação ocorreu a criação de ambientes virtuais por psicólogos, com uma entrevista inicial para rever os ambientes e perceber as limitações do seu uso. Posteriormente, iriam ser criados grupos de foco com psicólogos, para a discussão de que tipos ambientes virtuais seriam úteis, qual a melhor forma de enriquecê-los e com que conteúdo. Devido às dificuldades na implementação e o prazo definido desta dissertação, só nos permito fazer a primeira avaliação individual e não foi possível efetuar os grupos de foco.

6.2 Trabalho futuro

De forma a tornar os ambientes virtuais com melhor qualidade e diminuir o tempo de processamento da cosedura das várias fotografias, seria necessário mudar todo o algoritmo de geração das fotosferas. Para isso seria necessário utilizar a biblioteca *OpenCV* que nos permite fazer uma cosedura com deteção da probabilidade de dois pixéis serem parecidos, permitindo assim fotosferas mais realistas, sem aberrações onde as duas fotografias se

encontram. Esta biblioteca encontra-se desenvolvida em *C/C++* pelo que teríamos de utilizar o *Android NDK (Native Development Kit)*, obtendo assim uma performance muito maior e, ao mesmo tempo fotografias com muito mais qualidade [14] [24]. Uma outra forma de resolver este problema seria a utilização de dispositivos que permitem a captação de fotografias 360 de uma só vez, e interligá-los a plataforma CogVR através da sua API.

Para resolver o problema de pedir constantemente para os utilizadores selecionarem de onde vinham e para onde vão, seria necessário a construção de um sistema que através dos dados dos vários sensores do *smartphone*, conseguisse proceder a criação de uma planta virtual, em que localizava as várias fotosferas no local preciso onde estas seriam retiradas, construindo assim um ambiente virtual de forma totalmente automatizada.

Numa interação recente com investigadores e arquitetos da Northumbria University Newcastle, em que foi demonstrada a ferramenta CogVR, estes ficaram empolgados em experimentar e dar feedback do uso da mesma. Para que isto seja possível a aplicação terá de ser convertida de modo a suportar várias línguas (Português e Inglês). Esta conversão é fácil utilizando o sistema de *strings* do *Android*, mas será necessária mais alterações na versão de modo a implementar o modulo da *I18n* do *Angular.IO*. Além desta adição, será necessário o desenvolvimento e adaptação da plataforma, para que a mesma permita a captação do interior de edifícios de forma automatizada, permitindo assim que os arquitetos anotem os mesmos sem terem de estar presencialmente em locais com níveis de degradação altos.

Na última iteração da versão *web* foi adicionada a possibilidade de visualização dos ambientes num modo totalmente imersivo, utilizando o *Google Cardboard*. Este modo imersivo encontra-se no início do seu desenvolvimento, pelo que os marcadores de navegação e interativos ainda não são renderizados neste modo por estarem a ficar desfocadas e fora de sítio. Seria necessária uma investigação maior neste sentido de modo a colmatar estas dificuldades.

A validação desta plataforma ocorreu através de uma avaliação preliminar, com entrevistas individuais a psicólogas. Apesar de as mesmas terem sido muito úteis, será necessário efetuar grupos de foco e posteriormente um estudo de longa duração, que permita às várias terapeutas criarem ambientes, adicionarem conteúdo interativo e partilharem entre si as suas criações. Através deste estudo de longa duração será possível retirar várias ilações sobre a facilidade de uso da plataforma e reação dos pacientes à mesma.

Bibliografia

- [1] Sérgio Alves, Filipa Brito, Andreia Cordeiro, Luis Carriço, and Tiago Guerreiro. Enabling biographical cognitive stimulation for people with dementia. In *Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, page LBW045. ACM, 2018.
- [2] Ricardo Antunes, Berta Alves, Wilmax Cruz, Seiji Isotani, Luís Carriço, and Tiago Guerreiro. A terapia de reminiscência em portugal: oportunidades para ferramentas de suporte digital. In *INFORum - Simpósio de Informática*, 2015.
- [3] Carina Ingrid Sousa Cardial. Jogos de computador utilizados em treino cognitivo com idosos: uma revisão bibliográfica. 2015.
- [4] Emmanuelle Chapoulie, Rachid Guerchouche, Pierre-David Petit, Gaurav Chaurasia, Philippe Robert, and George Drettakis. Supplemental material: Reminiscence therapy using image-based rendering in vr.
- [5] Max Coltheart, Ruth Brunsdon, Lyndsey Nickels, et al. Cognitive rehabilitation and its relationship to cognitive-neuropsychological rehabilitation. *Effectiveness of Rehabilitation for Cognitive Deficits*, pages 11–20, 2005.
- [6] Ana Rita Dias Costa and Carlos Sequeira. Efetividade de um programa de estimulação cognitiva em idosos com défice cognitivo ligeiro. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental no.9*, pages 14 – 20, 06 2013.
- [7] Vítor Tedim Cruz, Joana Pais, Ivânia Alves, Luís Ruano, Cátia Mateus, Rui Barreto, Virgílio Bento, Márcio Colunas, Nelson Rocha, and Paula Coutinho. Web-based cognitive training: Patient adherence and intensity of treatment in an outpatient memory clinic. *Journal of medical Internet research*, 16(5), 2014.
- [8] Elíizabeth Fernández, Maria Bringas, Sonia Salazar, Daymí Rodríguez, María Eugenia García, and Maydané Torres. Clinical impact of rehacom software for cognitive rehabilitation of patients with acquired brain injury. *MEDICC review*, 14:32–5, 10 2012.

- [9] Darren Flynn, Paul Van Schaik, Tim Blackman, Clive Fencott, Brian Hobbs, and Carlos Calderon. Developing a virtual reality-based methodology for people with dementia: a feasibility study. *CyberPsychology & Behavior*, 6(6):591–611, 2003.
- [10] Rebeca I García-Betances, Viveca Jiménez-Mixco, María T Arredondo, and María F Cabrera-Umpiérrez. Using virtual reality for cognitive training of the elderly. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*®, 30(1):49–54, 2015.
- [11] Nicola J Gates, Perminder S Sachdev, Maria A Fiatarone Singh, and Michael Valenzuela. Cognitive and memory training in adults at risk of dementia: a systematic review. *BMC geriatrics*, 11(1):55, 2011.
- [12] Serge Gauthier, Barry Reisberg, Michael Zaudig, Ronald C Petersen, Karen Ritchie, Karl Broich, Sylvie Belleville, Henry Brodaty, David Bennett, Howard Chertkow, et al. Mild cognitive impairment. *The Lancet*, 367(9518):1262–1270, 2006.
- [13] Dipsikha Halderl. Sphere, a photosphere creation app. <https://github.com/dipsikha/Sphere>. Acedido: 2017-12-05.
- [14] Google Inc. Android native development kit. <https://developer.android.com/ndk>. Acedido: 2018-03-23.
- [15] Alzheimer's Disease International. Adi and itn productions release documentary film 'every 3 seconds'. <https://www.alz.co.uk>. Acedido: 2017-2-05.
- [16] David WK Man, Jenny CC Chung, and Grace YY Lee. Evaluation of a virtual reality-based memory training programme for hong kong chinese older adults with questionable dementia: a pilot study. *International journal of geriatric psychiatry*, 27(5):513–520, 2012.
- [17] João Martins, José Carilho, Oliver Schnell, Carlos Duarte, Francisco M Couto, Luís Carriço, and Tiago Guerreiro. Friendsourcing the unmet needs of people with dementia. In *Proceedings of the 11th Web for All Conference*, page 35. ACM, 2014.
- [18] Franka Meiland, Anthea Innes, Gail Mountain, Louise Robinson, Henriëtte van der Roest, J Antonio García-Casal, Dianne Gove, Jochen René Thyrian, Shirley Evans, Rose-Marie Dröes, et al. Technologies to support community-dwelling persons with dementia: a position paper on issues regarding development, usability, effectiveness and cost-effectiveness, deployment, and ethics. *JMIR rehabilitation and assistive technologies*, 4(1), 2017.
- [19] Associação Alzheimer Portugal. Défice cognitivo ligeiro. <http://alzheimerportugal.org/>. Acedido: 2017-11-21.

- [20] Maria T Schultheis and Albert A Rizzo. The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation psychology*, 46(3):296, 2001.
- [21] Panote Siriaraya and Chee Siang Ang. Recreating living experiences from past memories through virtual worlds for people with dementia. In *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems*, pages 3977–3986. ACM, 2014.
- [22] Lia Sousa and Carlos Sequeira. Conceção de um programa de intervenção na memória para idosos com défice cognitivo ligeiro. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental*, pages 7 – 15, 12 2012.
- [23] Paul Van Schaik, Anthony Martyr, Tim Blackman, and John Robinson. Involving persons with dementia in the evaluation of outdoor environments. *CyberPsychology & Behavior*, 11(4):415–424, 2008.
- [24] OpenCV Android Version. Open source computer vision library. <https://opencv.org/platforms/android/>. Acedido: 2018-04-23.
- [25] Bob Woods, Elisa Aguirre, Aimee E Spector, and Martin Orrell. Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia. *The Cochrane Library*, 2012.

Apêndice A

Guião questionário

Estimulação cognitiva através de realidade virtual para indivíduos com défice cognitivo ligeiro

Recomendações e guia.

1. Comece por agradecer ao neuropsicólogo pela sua participação.
 - (a) “Boa tarde. Obrigado mais uma vez por participar nesta avaliação preliminar. Apesar de haver um interesse natural seu em ver a tecnologia a ser explorada e utilizada neste domínio, pedimos-lhe que hoje, nesta entrevista tente ser imparcial, recolhendo os benefícios e limitações e problemas da abordagem, de forma a podermos melhorar.
2. Faça uma entrevista de 30 minutos (max) sobre as práticas e limitações atuais
 - (a) Veja as questões abaixo;
 - (b) Use-as para iniciar um tópico, mas aprofunde quando os participantes tiverem algo mais a dizer;
 - (c) Não faça perguntas que já foram respondidas pelos participantes;
 - (d) Quando as respostas não forem satisfatórias em detalhes, encontre perguntas alternativas, para encontrar informações;
 - (e) Faça o participante falar, não você.
 - (f) Não tenha medo de silêncios. Estes são bons; fazem o participante pensar. Não se apresse.

Questões sobre práticas atuais

- Atualmente, são realizadas atividades de estimulação cognitiva com os pacientes?

- Que tipo de atividades?
 - Se não, por que não?
 - Qual a regularidade?
- São realizadas sessões de treino cognitivo funcional?
- A tecnologia VR é utilizada durante uma sessão? Por exemplo Google Maps Street View?

Apresentação CogVR

1. Fazer uma apresentação da plataforma.
2. Demonstrar a aplicação móvel e se possível proceder à criação de um ambiente.
3. Questionar sobre que usos poderia ter esta aplicação móvel.
4. Utilizar a aplicação web para editar e posteriormente adicionar conteúdo interativo ao ambiente criado anteriormente.
5. Pedir opinião sobre que tipo de conteúdos seriam úteis para o treino cognitivo neste tipo de ambientes virtuais.
6. Verificar se existiram dificuldades técnicas na criação e edição de ambientes virtuais. Se sim identificá-las.
7. Perguntar se na sua opinião esta plataforma é útil e fácil de utilizar.

Apêndice B

Diagrama de classes

O diagrama de classes da aplicação móvel encontra-se na página seguinte.

